جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

Mechanical Engineering Technologies & Applications In The Beginning of Third Millennium



فندق فلسطين - المنتزه - الاسكندرية

28 - 31 مارس 2001

مجلد البحوث


بسم الله الرحمن الرحيم
وما أوتيتم من العلم
إلا قليلا
صدق الله العظيم

الأمانة العامة للمؤتمر

مهندس/ على عبدالحميد مرسى	رئيس المؤتمر ورئيس الجمعية
أستاذ دكتور/محمد يوسف عفيفى	نائب رئيس المؤتمر ونائب رئيس الجمعية
مهندس/محمد ضياء الدين طنطاوى	أمين عام الجمعية
مهندس/حسب النبى أحمد عسل	أمين صندوق الجمعية
مهندس/ عبدالله محمد غنيم	أمين صندوق المؤتمر
دكتورمهندس/صبحى أحمد على	مقرر عام المؤتمر
دكتورمهندس/ محمد شوقى الصباغ	مدير المؤتمر

اللجنة الفنية للمؤتمر

مهندس/ أحمد مصطفى أبوالنجا	عضو مجلس ادارة الجمعية
دكتورمهندس/أحمد محمد حسين	عضو مجلس ادارة الجمعية
مهندس/ حسب النبى أحمد عسل	أمين صندوق الجمعية
مهندس/حسن نورالدين الجبالى	عضو الأمانة الفنية
دكتورمهندس/صبحى أحمد على	مقرر عام المؤتمر
مهندس/ عبدالله محمد غنيم	أمين صندوق المؤتمر
دكتورمهندس/محمد شوقى الصباغ	مدير المؤتمر
مهندس/محمد ضياء الدين طنطاوى	أمين عام الجمعية
أستاذ دكتور/محمد يوسف عفيفى	نائب رئيس مجلس ادارة الجمعية
أستاذ دكتور/مصطفى عبدالمنعم شعبان	عضو مجلس ادارة الجمعية
مهندس/مصطفى محمد رمضان	عضو مجلس ادارة الجمعية

الشئون الادارية

السيد/حسن ابراهيم أحمد	السيد/راتب حسن منصور
محاسب/داود عبدالرازق داود	السيد/ صادق محمود راغب
السيد/هشام راتب حسن	السيدة/عزة محمد زكريا
الانسه/هاله عبدالرحمن عبدالعزيز	السيد/كمال حسن أبوزيد

مدير المؤتمر

دكتور مهندس/ محمد شوقى الصباغ

بيان بالمؤتمرات العامة السابقة

المؤتمر	التاريخ	العنوان
الاول	مارس 1977	دور الهندسة الميكانيكية فى مجال التنمية والتعمير.
الثانى	مارس 1979	دور المهندس الميكانيكى فى مجال التنمية الاقتصادية.
الثالث	مارس 1981	دور المهندس الميكانيكى فى التنمية.
الرابع	مارس 1983	دور الانتاجية فى تحقيق التنمية .
الخامس	مارس 1985	حاضر التصنيع ومجالات تطوره فى مصر .
السادس	مارس 1987	تكامل التصنيع المحلى فى خدمة التنمية .
السابع	مارس 1989	تطوير التصنيع للتصدير .
الثامن	مارس 1991	الابداع التكنولوجى فى الهندسة الميكانيكية واستثماره للتنمية فى مصر .
التاسع	مارس 1993	آفاق استثمار الابداع التكنولوجى المصرى فى التنمية .
العاشر	مارس 1995	المبادرات التكنولوجية للتنمية .
الحادى عشر	مارس 1997	الصناعة المصرية فى القرن الحادى والعشرين والحفاظ على البيئة .
الثانى عشر	مارس 1999	الصناعة والخدمات فى ظل العولمة والجات .

برنامج المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة

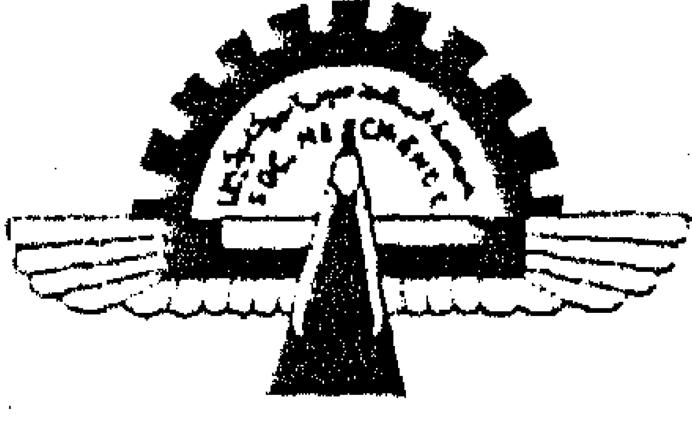
اليوم	الساعة	الجلسة	القاعة الذهبية
الأربعاء 2001/3/28	16.00 20.00 - 18.00	الإفتتاحية	التسجيل • قران كريم • التقديم (امين عام الجمعية) • كلمة رئيس جمعية المهندسين الميكانيكين • كلمة رئيس جمعية المهندسين المصرية • كلمة السيد اللواء محافظ الاسكندرية • كلمة السيد المهندس وزير الصناعة والتنمية التكنولوجية • كلمة السيد الاستاذ الدكتور/ عاطف عبيد - رئيس مجلس الوزراء 1/0 العلاقة بين الاقتصاد والمؤسسة والتكنولوجيا الجديدة **مهندس/شريف دلاور**
الخميس 2001/3/29	11.00 - 9.00	الاولى	التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية 1/1 توطين التكنولوجيا النووية **أستاذ دكتور / فوزى حماد** 2/1 مدخل الى خلايا الوقود **أستاذ دكتور/ سعد عوض فرج** **مهندس / ماهر عزيز بدروس** 3/1 تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا **دكتور / محيي سعد عبد الحميد منصور**
	13.30 - 11.30	الثانية	تطوير تقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها 1/2 دراسة هندسية عن تقييم اداء المعدات الميكانيكية المستخدمة فى مشروع حماية واتزان جسور ترعة السلام **دكتور مهندس/ مجدى محمد عبد الحميد** **أستاذ دكتور/ فريد عبد العزيز طلبه** 2/2 مشروع تصميم وتصنيع واختبار الدوائر المتكاملة **أستاذ دكتور/ عوض مختار هلوده** **أستاذ دكتور/ فوزى ابراهيم** 3/2 التحكم فى ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب الالى والتقنيات الحديثة دكتور مهندس/ احمد محمد على حسنين 4/2 فعاليات استخدام طلاءات مركبة الماسية على معدات الحفر والتقيب **دكتور مهندس / خليل عزيمة**
	17.30 - 15.30	الثالثة	دور الهندسة الميكانيكية فى الحفاظ على البيئة 1/3 الانتاج الانظف فى الصناعة المصرية **أستاذ دكتور / احمد حمزة** 2/3 فوائد التكنولوجيا النظيفة بيئياً والمنتجات الصديقة للبيئة **دكتورة / سامية جلال سعد** 3/3 الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة **أستاذ دكتور / حامد ابراهيم الموصلى**
	20.00 - 18.00	الرابعة	دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية 1/4 الجر الكهربانى بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وامكانية تطبيقة على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية **أستاذ دكتور / محمد عبد الفتاح طلحه** 2/4 الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها فى التنمية المستدامه فى مصر **دكتورة / الهام محمود احمد**

اليوم	الوقت	الجلسة	الموضوع
			1/3/4 تكنولوجيا تطهير الصحراء الغربية من الالغام وتنمية المساحات التى تشغلها **لواء مهندس / فتحى قوزمان** 2/3/4 استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من الطائرات الاسرع من الصوت فى تطهير حقول الالغام **مهندس/ اسماعيل حماد عبدالعال** 4/4 تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية **أستاذ دكتور / عزمى البرى**
الجمعة 2001/3/30	11.30 - 9.30	الخامسة	**نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع** 1/5 التكنولوجيا والابتكار **دكتور مهندس / بهاء زغلول** 2/5 تقنيات الهندسة الميكانيكية واستخداماتها فى المشروعات الصناعية الصغيرة فى مصر **دكتورمهندس/ عبدالمنعم عبدالفتاح بخيت** 3/5 دراسة معملية للهب الغازية المنبعثة من حارق ذو مداخل هواء متعددة **مهندس / حسن صادق محمد هيكل** 4/5 توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة فى مجال ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة **أستاذ دكتور / عاطف خليل** 5/5 الموارد البشرية – هل نحن جادون بشأنها **مهندس / لطفى مزهر**
	17.30 - 15.30	السادسة	**احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مندمجة Hybrid Technology** 6 مقدمة **مهندس/حسن نورالدين الجبالى** 1/6 التقدم فى علوم المعادن (محاولات الحديد الزهر للبقاء بين المواد المتقدمة وأثارها على الهندسة الميكانيكية **أستاذ دكتور مهندس / عادل نوفل** 2/6 النمذجة الطبيعية كوسيلة تصميم فى الهندسة الميكانيكية **أستاذ دكتور / سيد متولى** 3/6 فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهروحرارية مزدوجة **دكتور / حسين عبد على الربيعى** 4/6 منظم التربين كنموذج للتقنيات الخليطة **مهندس / محمد محمود قرقر**
	19.45 - 17.45	السابعة	**رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية** 1/7 العلوم الاساسية والقدرات أهميتها للتعليم الهندسى **أستاذ دكتور / عبد الرازق عبد الفتاح** 2/7 ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقنى **دكتور / لطفى لويز سيفين** 3/7 اللغة كعنصر فاعل فى توطين التقنيات وتطويرمهنة الهندسة **أستاذ دكتور / محمد يونس عبد السميع الحملاوى** 4/7 مفاهيم الادارة النوعية الكلية واساليب التنفيذ للحصول على المنتج الامثل والتطبيق الاستراتيجى للمهارات المصرية **أستاذ دكتور مهندس / عزيز ابراهيم سعيد**
السبت 2001/3/31	11.00 - 09.00	الثامنة	• **دراسات حالة** *
	12.00 - 11.15	الختامية	• **قرارات المؤتمر وتوصياته**

* أنظر الدليل

المحتويـــــات

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

1/0

العلاقة بين الاقتصاد والمؤسسة والتكنولوجيا الجديدة

مهندس / شريف دلاور

اقتصاد جديد - منظومة جديدة - تكنولوجيا جديدة

تغير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من طرق أداء الأعمال ومن وسائل التعلم ومن سبل الترفيه بل ومن أساليب التفكير أيضا، وذلك لكونها الأساس القاعدي لتطور كافة قطاعات وأنشطة الحياة في نهاية القرن العشرين، وعليه فقد أصبحت القوانين والأنماط والهياكل والمناهج القديمة غير ملائمة للحياة في ظل المتغيرات التي تحدثها هذه التكنولوجيا، فنحن علي أعتاب عصر " الذكاء المتشابك " ، عصر ينبئ باقتصاد جديد مؤسس علي " الشبكات " ، حيث يتم انتقال المعلومة رقميا من خلال شبكات الحاسبات الآلية بسرعة تصل إلى سرعة الضوء، بينما يتم نقلها في الاقتصاد القديم بطرق مادية ملموسة مثل التعامل بالنقد أو إصدار الشيكات والفواتير ومستندات الشحن المحررة كتابيا .

ويتغير الهيكل الكلي للاقتصاد نتيجة لذلك ، حيث يبرز قطاع صناعي جديد يعتمد علي الالتقاء بين (١) الحاسبات بشقيها الصلب واللين Hardware & Software و (٢) الاتصالات الرقمية و (٣) النشر والترفيه ، هذه الصناعة المتفاعلة ومتعددة الوسائط Interactive Multimedia تمثل قرابة ١٠% من الناتج الإجمالي في الولايات المتحدة والتي تنتج الأن أعدادا من الحاسبات تفوق إنتاجها من السيارات ، وتصنع من شبه الموصلات اكثر من مواد البناء ، وتشغل من قوي العمل في نسق البيانات أضعاف الذين يعملون في تكرير البترول ! فالعالم المتقدم ينتقل من اقتصاد صناعي مبني علي الصلب والسيارات والطرق البرية إلى اقتصاد جديد " مبني علي السليكون والحاسبات والشبكات " وذلك كمحصلة للتطور المذهل في قوة الحاسبات الألية والتي تمكننا حاليا من نقل محتويات مكتبة كاملة في ثانية واحدة من الزمان بينما لم يكن بالإمكان نقل اكثر من صفحتين في الثانية منذ ثماني سنوات فقط ، ولو كان تطور صناعة السيارات يسير بنفس إيقاع تطور صناعة المعلومات والاتصالات لأصبح لدينا الأن سيارة تسير بسرعة عشرة آلاف ميل في الساعة وبثمن لا يزيد عن اثنين دولار ؟! ولقد كانت تكنولوجيا "الواقع الافتراضي Virtual Reality "- علي سبيل المثال- درب من الخيال العلمي في بدء التسعينات إلا أنها صارت واسعة الانتشار في يومنا هذا كرافد من روافد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، يتمكن من خلالها الطبيب الإبحار في الدورة الدموية للمريض، ومصمم السيارة من الجلوس في مقاعدها قبل الإنتاج ، والسائح من التجول في متاحف العالم دون الانتقال من منزله !.

وفي بدء التسعينات أيضا كان النموذج الرأسمالي الياباني في التنمية يتفوق عل مثيله الأمريكي، الا إن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قلبت الوضع رأسا علي عقب، وصارت المؤشرات الدالة علي التقدم في هذه التكنولوجيا والمرتبطة " بالاقتصاد الشبكي Network Economy " هي الدليل علي الحيوية الاقتصادية ، ولاغرابة أن يمر الاقتصاد الياباني بمرحلة حرجة ، ففي عام ١٩٩٤ كانت لدي اليابان ١٠٥٠ قاعدة للمعلومات مقابل ٥٥٠٠ في الولايات المتحدة ، وفي عام ١٩٩٥ لم يزد عدد الحاسبات في اليابان عن ١٤٥ لكل ١٠٠٠ شخص مقابل ٣٦٥ في الولايات المتحدة والتي تميزت في نفس العام باستخدام ٢٣% من قوة العمل للحاسبات مقابل ١,٣% فقط في اليابان مما سيؤدي الى ٢٠ مليار دولار زيادة في الناتج الإجمالي الأمريكي لمجرد الوفر الناجم عن التعامل من خلال الشبكات ! .

وهكذا برز في التسعينات " الاقتصاد الشبكي " وهو اقتصاد تتلاحم فيه قدرة الحاسبات مع نظم الاتصالات المتطورة لتعيد هيكلة الأسواق وتنشئ سوقا إلكترونية وتجارة إلكترونية جديدة تعتمد علي شبكات قوية للمعلومات ، فالشبكات هي ركيزة هذا الاقتصاد الجديد، ويكفي أن نعلم أن مستخدمي الإنترنت - اقوي الشبكات وأوسعها انتشارا - الذين بلغوا ٥٠ مليون شخص في عام ١٩٩٦ سيصل عددهم إلى ربع مليار في عام ٢٠٠٠ وأن التجارة الإلكترونية على الإنترنت - في الولايات المتحدة - سترتفع إلى ٣٥٠ مليار دولار في عام ٢٠٠٢ من ٢٢ مليار دولار في هذا العام ! ومن الخطأ تسميه هذا الاقتصاد باقتصاد الخدمات ، فالإنتاج الصناعي والإنتاج الزراعي سيستمران فيه كأنشطة محورية إلا انه كما تبدلت تقنيات الزراعة بدخول الثورة الصناعية فان الزراعة والصناعة ستتبدلان نتيجة

الدخول في عصر الشبكات حيث أن المردود الاقتصادي للشبكات لا يقتصر علي النمو في قطاع التكنولوجيا العالية ولكن يمتد ليحدث تغيرات جوهرية في الصناعات التقليدية ، وكما كانت الطرق البرية وشبكات القوي الكهربية تمثل البنية الأساسية للاقتصاد الصناعي فان شبكات الألياف الضوئية والأقمار الصناعية ستمثل البنية الأساسية للاقتصاد الجديد ، وبدون هذه البنية الإلكترونية القومية التي تربط بين كل مؤسسات المجتمع لن تقوى أية دولة علي التقدم في القرن الواحد والعشرين ، فنحن إذن في مستهل عصر الاقتصاد الشبكي ، وبلغة اقتصادية فان ذلك يعني " نماذجا جديدة لخلق الثروة " ، أما بلغة الاجتماع فان ذلك يعني " نظما جديدة للتنمية الاجتماعية " ، فالاقتصاد الشبكي لا يعني " تشابك تكنولوجي " ولكن تشابك البشر من خلال التكنولوجيا ، فهو ليس عصر الآلات الذكية ولكنه عصر تتشابك فيه معارف وإبداعات وذكاء البشر لخلق انماط جديدة من الثروة و لإحداث أشكال جديدة من التطور الاجتماعي، ويثير بالتالي عدداً من القضايا تتعلق بمنظومة الحياة التي ألفناها في ظل الاقتصاد الصناعي، وعلي سبيل المثال :

الحكومة هل ستتحول إلى حكومة إلكترونية أي تطوير الخدمات الحكومية بحيث تؤدي إلكترونيا من خلال الشبكات ؟ إن المطلب الإداري الحديث " بإعادة اختراع الحكومة " لن يتحقق دون تغيير جوهري في طرق أداء الخدمات الحكومية بهدف تخفيض التكلفة علي المواطن ورفع مستوي الخدمة ، فلقد نمت النظم البيروقراطية بالتوازي مع الاقتصاد الصناعي ، وبالتالي إذا انتقلنا إلى اقتصاد جديد فلابد من نظم جديدة للحكومة ، فالحكومة الإلكترونية هي حكومة " شبكية " ، وهي تحدث الربط بين البنية المعلوماتية الحكومية وبين دافعي الضرائب والموردين وقطاع الأعمال والناخبين وكل مؤسسات المجتمع مثل المدارس والمستشفيات والأجهزة الإعلامية ... الخ ، " فالتشابك البيني Internetworking " هو وسيلة الحكومة لتخفيض التكلفة ولتطوير الأداء خاصة في مجالات الصحة والتعليم والشئون الاجتماعية ، وهو مايتطلب بناء معماري جديد يرتكز علي مجموعة من الأسس والمواصفات والقياسات مثلما فعلت الحكومة الكندية مؤخراً عندما أصدرت تقريراً عن كيفية تطوير خدماتها للمواطنين باستخدام تكنولوجيا المعلومات.

الديمقراطية كيف ستغير التكنولوجيا الجديدة من طبيعة العملية الديمقراطية ؟ أن مفهوم الديمقراطية يدور أساسا حول " حرية الاختيار " ، ولقد أعطت الشبكات الإنسان المعاصر فرصا للاختيار لاحصر لها في كافة اوجه الحياة (التعليم / الثقافة / الترفيه ....) مما ساعد علي تعميق " ثقافة الاختيار Culture of Choice " كأصدق تعبير عن روح العصر ، وهذه الثقافة ستؤدي بالضرورة إلى إعادة تشكيل القوي الاقتصادية والاجتماعية والسياسية ، ولقد ذهب بعض المفكرين إلى التأكيد بان العالم سيتجه إلى نظم للديمقراطية المباشرة بدلا من ديمقراطية التمثيل نظراً لتمكن المواطنين في المستقبل من الدراسة والتصويت حول أية قضية مطروحة من خلال الشبكات الموصلة بحاسباتهم الآلية ! .

العدالة تزداد الفجوة بين الذين يملكون المعلومة ومن لا يملكونها ، وبين الذين يمكنهم الاتصال بالعالم الخارجي من خلال الشبكات ومن لا تسمح إمكاناتهم بذلك ، ولقد تمكنت نسبة ٢٠% من مجتمعنا من الاستقلال عن بقية المجتمع ، فهي ترسل أبنائها لمدارس خاصة وتؤمن أفرادها صحيا بشكل متميز ولا تستعين بالخدمات العامة (مواصلات عامة وغيرها) ، وتتمتع بثقافة عالمية في أنماط العمل والترفيه والإعلام ، ذلك يجعلها تختلف بشكل عميق عن السواد الأعظم من المواطنين ، مما يؤكد أهمية العلاقة بين العدالة و إمكانية الوصول إلي المعلومة Access & Equity ، فلا عدالة دون حق كل مواطن _ دون تمييز _ في الحصول علي المعلومات .

النسيج الاجتماعي ما هو مردود الاقتصاد الشبكي علي النسيج الاجتماعي ؟ وما هو تأثيره علي جودة الحياة نتيجة تلاشي الحدود بين العمل والترفيه في استخدام الحاسبات ؟ وما هو تأثير ذلك علي الأسرة و التي تفرق أعضائها في الاقتصاد الصناعي ؟ وكيف سيحمي الأباء أبنائهم من العنف والجنس

المعروض بشكل مستمر علي الشبكات ؟ ورغم أن اللغة الإنجليزية (المسيطرة علي الإنترنت) تمثل حاجزا للعامة للدخول في عالم الشبكات إلا أن هذا الحاجز سيزول قريبا نظرا للترجمة الفورية التي ستتاح علي الشبكات ،مما قد يوجد فئات عريضة من المجتمعات العالمية غير مقيدة بالهوية الوطنية، وإذا أضفنا إلي ذلك ما سينتج من اعتداء علي خصوصية الأفراد والمؤسسات من خلال الشبكات ، فلنا أن نتصور الكم الهائل من التغيير الذي سيصيب البناء الثقافي للمجتمع.

عالم العمل سيتغير عالم العمل بتنقلية للعمالة وللمهن ، وسيعاد تحديد دور النقابات العمالية والمهنية، وستعدل منشأة العمل مفاهيمها في الرقابة والإدارة ، فالمنشأة بهيكلها الهرمي ستنقرض لتحل محلها فرق العمل المبنية علي الشبكات الداخلية LAN والخارجية Wan، والتي ستغير أيضا من طرق ابتكار وتسويق وتوزيع المنتجات (المحل الإلكتروني/التسويق الشبكي/الإنتاج حسب طلب العميل..)، وسينتشر العمل عن بعد Telework بحيث يتمكن الإنسان من العمل من أي مكان وفي أي وقت ، ولن تصبح منشأة العمل "مكانا " للعمل بل منظومة متشابكة لا ترتبط بمكان أو زمان محدد ، و سيتغير أيضا مفهوم "مهنة واحدة مدي الحياة "، ليكون بمقدور الفرد تبديل مهنته وتخصصه عدة مرات، وسينجذب رأس المال والعمالة الماهرة نحو الإقتصادات التي تتمتع ببنية قوية للاتصالات (الطرق السريعة للمعلومات) والتي ستمثل قاعدة التنمية وخلق فرص عمل جديدة في الاقتصاد الشبكي .

التعليم إن الاقتصاد الشبكي يتطلب إعادة التفكير في نمط التعليم وفي العلاقة بين العمل والتعلم من خلال الحياة اليومية ، ونحن نشاهد حاليا تزايد الالتحام بين العمل والتعلم ليصبحا مكونا واحدا ، كما أن التعلم أصبح تحديا يلازم الإنسان مدى الحياة وليس فقط خلال فترة دراسية في مقتبل العمر ، وهو ما ينبئ بانتقال النشاط التعليمي من المدارس والجامعات إلي منشئات العمل، مما سيدفعنا إلي إعادة اختراع العملية التعليمية في إطار اقتصاد مبني علي المعرفة وعلي رأس المال المعرفي وعلي الأصول المعرفية وهي الركائز الجديدة لمنشئات الأعمال التي ستبغي الاستمرارية في حلبة المنافسة، كما سيساهم الإعلام في تطوير التعليم من خلال توفير قاعدة معلوماتية للتعلم في منشاة العمل ، ولقد بدأت بالفعل تجارب " الفصل حسب الطلب " يتفاعل فيه الدارس مع العلماء والمحاضرين المرموقين في مختلف المناهج التعليمية وفي أحدث ما توصل إليه العلم مما يشكل فرصا غير مسبوقة لطالبي العلم في المناطق الريفية والنائية .

الأمن القومي إن النظام العالمي الجديد سيؤسس علي شبكات دولية من الحاسبات والاتصالات ، وسيتم تعريف الأمن القومي في هذا النظام بالقدرة علي امتلاك أو حجب المعلومات الحرجة أكثر من القدرة علي تشكيل الأسلحة وفرق القتال ، كما سيتغير مفهوم " التهديد "حيث ستضع الشبكات في أيدي الأفراد والمجموعات الصغيرة قوي هائلة للإرهاب الاقتصادي والقرصنة الإلكترونية (في أسواق المال والبنوك بل أيضا من خلال التحكم في الحاسبات التي تدير شبكات الكهرباء!) .

وللتمكن من القوى التي تقود هذا العالم الجديد ، علينا في مصر أن نتفهم جيدا عناصر التطور المذهل في الشبكات والأسس التي تشكل الاقتصاد الجديد ، وأن ننمي بالتالي قدراتنا علي تطوير النظم اللينة (السوفتوير) وبناء قطاع صناعي قوي في النظم الصلبة (الهاردوير) وتحرير قطاع الاتصالات وإنشاء قاعدة من مؤسسات رأس مال المخاطر وإيجاد سوق مرنة للعمل وخلق نظام جامعي متميز ، علي أن يتم ذلك في إطار من العدالة الاجتماعية والقيم الإنسانية تجنبنا مخاطر النزاعات الاجتماعية الحادة والتي تنشأ كنتيجة طبيعية لقوى التكنولوجيا والسوق التي تقود هذا الاقتصاد الشبكي .

شريف دلاور

اقتصاد جديد - منظومة جديدة - تكنولوجيا جديدة

١- المعرفة Knowledge

الاقتصاد

المعرفة " المورد المحوري"

المؤسسة

المعرفة أساس القيمة والايراد والربح .

التكنولوجيا

تكنولوجيا المعرفة: النظم الخبيرة ، الذكاء الاصطناعي، نظم المعلومات .

٢- الرقمية Digitization

الاقتصاد

اتصال الانسان ، برامج الحكومة ، العناية الصحية ، اتفاقات الاعمال ، التبادل المالي .. الخ تؤسس على اساس الترقيم

المؤسسة

الاتصالات داخل المنشاة (المذكرات ، التقارير ، الرسومات ، النماذج ، التصميمات ، الاجتماعات ... الخ) تحول الى الرقمية

التكنولوجيا

التحول من التكنولوجيا الترددية الى التكنولوجيا الرقميه

٣- الافتراضية Virtualization

الاقتصاد

تتحول العلاقات والمؤسسات الى اشكال افتراضية.

المؤسسة

المنظومة الافتراضية ، المهن الافتراضية .

التكنولوجيا

الحقيقة الافتراضية .

٤- التجزئة MOLECULARIZATION

الاقتصاد

التحول من انتاج الحجم الى الانتاج المفصل في كافة المجالات والانشطة (اعلام ، صناعة ، خدمات ..)

المؤسسة

انتهاء الهيكل الهرمي والانتقال الى فرق العمل بهدف توليد القيمة .

التكنولوجيا

النظم اللينة تفصل المعلومات عن البرامج لاعادة الاستخدام والتشكيل .

٥- الاندماج والتشابك Integration / Internetworking

الاقتصاد

من خلال البنية المعلوماتية القويمة بين الشركات والمؤسسات .

المؤسسة

دمج الوحدات المستقلة داخل المنظومة .

التكنولوجيا

التحول من نظام الحاسب المركزي وأجهزة تابعة الى نظام الشبكات.

٦- حل الوساطة Disintermediation

الاقتصاد

لا وسطاء في الانشطة الاقتصادية (السمسرة / بيع الجملة / الوكلاء...)

المؤسسة

انتهاء دور الادارة الوسطي .

التكنولوجيا

النماذج الشبكية .

٧- التلاقي Convergence

الاقتصاد

تلاقي الانشطة الاقتصادية مثل صناعة الترفيه مع صناعة الحاسبات وصناعة الاتصالات

المؤسسة

تلاقي الهياكل والمستويات التنظيمية المسئولة عن الاتصال .

التكنولوجيا

اندماج تكنولوجيا الاتصال مع تكنولوجيا المعلومات

٨- الابتكار Innovation

الاقتصاد

الابتكار محرك النشاط الاقتصادي (بدلا من المحركات التقليدية مثل الخامات أو أجور العمال أو الانتاجية).

المؤسسة

الابتكار لمنتجات ناجحة أو لإستراتيجيات تسويقية أو لتطوير تنظيمي او لأساليب الادارة (التعلم التنظيمي)

التكنولوجيا

البنية المعلوماتية للمؤسسة تستخدم كمنصة للابتكار .

٩- التداخل prosumption

الاقتصاد

انهيار الحدود بين المنتجين والمستهلكين.

المؤسسة

مشاركة المستهلك أو المستخدم في العملية الانتاجية .

التكنولوجيا

الادوات المتطورة للبرامج اللينة .

١٠- الفورية Immediacy

الاقتصاد

الاقتصاد الجديد هو اقتصاد زمن حقيقي (سرعة الاتصالات تصل الى سرعة الضوء)

المؤسسة

المؤسسة الجديدة هى منظومة زمن حقيقي(تغير فوري ومستمر)

التكنولوجيا

المعلومات الفورية على الخط لتحديث بنوك وقواعد المعلومات في نفس لحظة التغير

١١- العولمة Globalization

الاقتصاد

الاقتصاد المحلى لا ينفصل عن الاقتصاد الدولي (الاعتماد المتبادل يتزايد)

المؤسسة

اعادة تعريف المكان والزمان داخل المؤسسة (تأدية العمل عن بعد / العنقوديات العالميه ... الخ)

التكنولوجيا

الشبكات العالمية هي العمود الفقري للمؤسسة ومفتاح مدخلات ومخرجات الاعمال .

١٢- التنافر Discordance

الاقتصاد

تناقضات اجتماعية هائلة

المؤسسة

اختلالات داخل التنظيم (نظم الحوافز / نظم الترقي ..) .

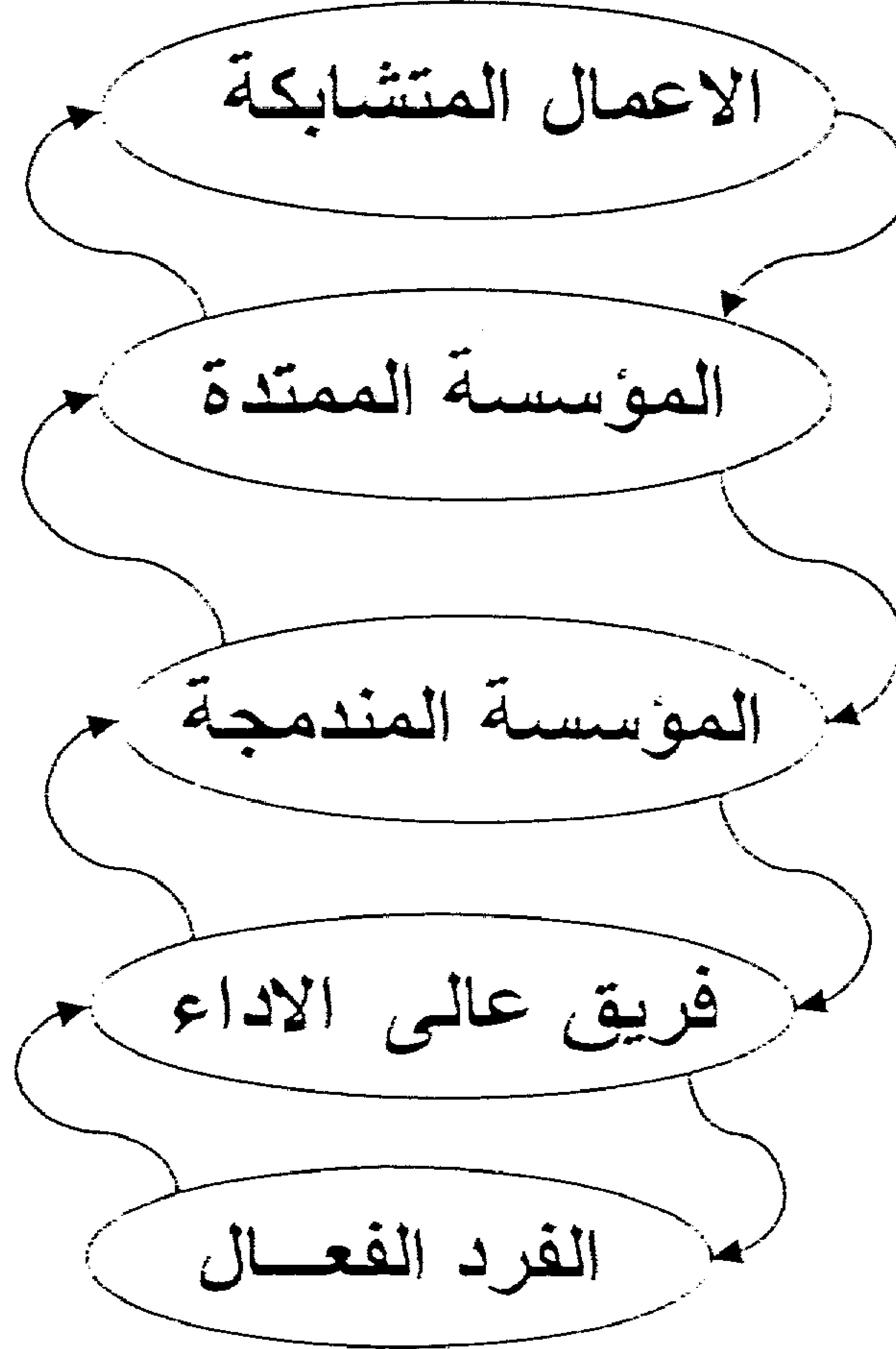
التكنولوجيا

التشريعات مقابل التكنولوجيا الجديدة ، عدم توافق نظم المعلومات داخل المؤسسة مع باقي النظم .

التكنولوجيا

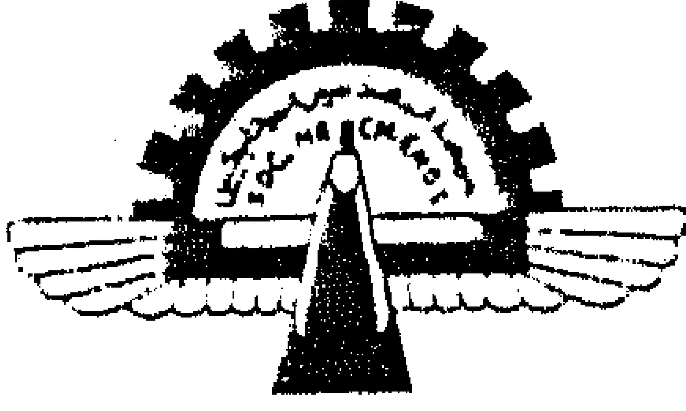
- الشبكة
- الحاسب داخل المؤسسة
- البنية المعلوماتية للمؤسسة
- الحاسب لفريق العمل
- تعدد الوسائط على المستوى الشخصى

الوعــد



التغيير

- توليد الثروة
- تطور اجتماعى
- اعادة تشكيل العلاقات الخارجية
- التحول التنظيمى
- اعادة تصميم العملية والعمل
- كفاءة التعليم لاداء المهمة



جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

1/1

توطين التكنولوجيا النووية

أستاذ دكتور / فوزى حماد

مؤتمر جمعية المهندسين الميكانيكيين المصرية

توطين التكنولوجيا النووية
دروس مستفاده من البرنامج النووى الهندى

أ. د. فوزى حماد
رئيس هيئة الطاقة الذرية الاسبق

قال د. رامانا – رئيس لجنة الطاقة الذرية الهندية فى سبتمبر ١٩٦٦.

نحن فى الهند لا يجب أن تفوتنا هذه الثورة الصناعية الجديدة، وإذا حدث ذلك فإننا نقود أنفسنا الى كارثة اقتصادية شاملة.

ويجب علينا ان نمعن النظر في هذه المقولة في ضوء الكوارث الاقتصادية التي تحدث فى كثير من اقطار العالم النامى وخاصة الدول الاسلامية والعربية التي ابتعدت عن طريق التكنولوجيا النووية وتكنولوجيا المتقدمة وكذلك تكنولوجيات التصنيع.

مارس ٢٠٠١
الاسكندرية

توطين التكنولوجيا النووية
دروس مستفاده من البرنامج النووى الهندى

أ. د. فـوزى حـماد
رئيس هيئة الطاقة الذرية الاسبق

خـلاصة

تتناول هذه الورقة الأهمية القصوى لدور العلم والتكنولوجيا فى التنمية الاقتصادية والاجتماعية فى البلدان النامية، انطلاقا من العلوم والتكنولوجيا النووية. كما تستعرض الورقة بإيجاز الوضع النووى فى الدول النامية ومنها الدول العربية والاسلامية. بالاشارة الى مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث. كما تتناول تطور البرنامج النووى الهندى والاهتمام المبكر بدورة الوقود النووى فى اطار الاعتماد على الذات وتوطين التكنولوجيا، أى تعظيم المشاركة المحلية.

تميز البرنامج النووى الهندى منذ البداية بوضوع الاهداف وهى بناء دورة وقود نووى استراتيجية وتفيد مفاعلات بحثية ومفاعلات قوى. ثم بناء تدريجى للقدرات العلمية والتكنولوجية من خلال التعاون الثنائى فى مجال المفاعلات البحثية ثم مفاعلات القوى من نوع الماء الثقيل (كاندو) فى التصميم والتصنيع والانشاء والتشغيل. وصلت درجة المشاركة المحلية الى أكثر من ٩٠٪ فى مفاعلات القوى، ومفاعل انتاج البلوتونيوم دروقا ودورة الوقود النووى، كما تم تصميم وتصنيع مفاعلات من نوع الولود السريع ومفاعلات اليورانيوم -٢٣٣ لأول مرة فى العالم. قد أدى هذا الجهد المستدام الى بناء صناعة نووية مكتملة الأركان، يدعمها برامج بحثية وتكنولوجية متطورة واستطاعت الهند ايضا تصميم وبناء قنابل نووية وإجراء تفجيرات نووية. ويخضع البرنامج لاعلى اشراف سياسى فى الهند وتوافرت له الارادة والادارة المتميزة على المستوى السياسى والتكنولوجى طوال الوقت.

وفى هذا البرنامج دروس هامة يجب اخذها فى الاعتبار لتوطين التكنولوجيا النووية بصفة خاصة والتكنولوجيا المتقدمة بصفة عامة لنا فى مصر والعالم العربى والاسلامى، حين الدخول فى برامج نووية متقدمة.

INDEGINIZATION OF NUCLEAR TECHNOLOGY: LESSONS LEARNED FROM THE INDIAN NUCLEAR PROGRAMME

FAWZY H. HAMMAD

Former President, Atomic Energy Authority

Cairo, Egypt.

ABSTRACT

This paper deals with the importance of the role of science and technology in economic and social development in developing countries based on nuclear science and technology. It briefly reviews the nuclear situation in developing countries including Arab and Moslem States. The use of nuclear power is limited to Pakistan and (Kazakhistan, Up to. 1998) Iran is working in cooperation with Russia and the IAEA to complete the Boushehr plant. The paper also deals with the development of the Indian nuclear programme and the early attention to the nuclear fuel cycle and manpower development in the framework of self- reliance and indeginization.

From the outset, the programme had clear objectives of building a strategic nuclear fuel cycle and nuclear power generation. Gradual development of scientific and technological capacity was undertaken through bilateral cooperation with Canada in heavy water research and power (CANDU) reactors; in design, fabrication, construction and operation. The degree of indeginization reached 90% or higher in research and power reactors. The capacity was established to develop the thorium - uranium fuel cycle and to design advanced research and power reactors including fast breaders and U-233 fuelled reactors .

India was also able to design nuclear devices and to undertake underground nuclear tests. The programme is supervised by the Prime Minister. The will, determination and excellent management of the programme on the political and technological level existed at all times.There are valuable lessons to be learned by Arab and Moslem countries that should be considered for indeginization of nuclear as well as advanced technologies.

توطين التكنولوجيا النووية
دروس مستفاده من البرنامج النووى الهندى

١- مقدمة :

يعيش أكثر من ٧٥٪ من سكان العالم-فوق ثلثى المعموره فى ما يسمى بالدول الناميه أو ما كان يسمى بالعالم الثالث، ويطلق عليها الآن أحيانا العالم الرابع، كما أن ٣٠٪ من هؤلاء البشر يعيشون فى فقر مدقع، وتقع الدول العربيه والاسلاميه ضمن هذا العالم الذى يكابد اقتصادا متخلفا. وتتسع الفجوه بينها وبين مجموعة الدول الصناعيه، وهى فجوه علميه تكنولوجيه صناعيه، فهل من الممكن تقليل هذه الفجوه؟ هل يمكن لهذه الدول الخروج من دائرة التخلف الشرسه ؟ هل يمكن للعالم العربى والاسلامى إحراز تنمية اقتصاديه مستدامة اساسها العلم والتكنولوجيا؟

إن بناء قاعدة علميه وتكنولوجية متطورة هى أهم أركان التنميه الاقتصاديه والاجتماعيه، وأهم دعائم الأمن القومى، ولا تعالى إذا قلنا أنها ضرورة بقاء. وهى مهمه ليست باليسيره، فإن الدول المتقدمه صناعيا وتكنولوجيا وعلميا هى نتاج ثلاث قرون من الموجه الثانية أو الثورة أو الحضاره الصناعية بكل أبعادها الاداريه والتنظيمه والاقتصاديه والعلميه والثقافيه. وانتقلت الآن الى غمار الموجه الثالثه موجة حضاره العلم والتكنولوجيا المتقدمة، حضاره المعلوماتيه والمعارف والهندسة الجينية والمواد المتقدمة.

أما دول العالم النامى التى رزح معظمها تحت نير الاستعمار زمناً طويلاً، فهى تعانى من الفقر والحاجة والديون، ومن كثير من المشاكل السياسية والاقتصاديه والاجتماعيه المعقدة وغيبة الرشاد والتنوير والديمقراطية وإتقان العمل، وافتقاد الآليه العلميه، والتراكم العلمى والتكنولوجى، مما يجعل هذه الدول فى حالة شبه العلم وشبه الصناعة.

فى خلال نصف القرن الماضى أعطى عدد من الدول الناميه وخاصة فى آسيا أولويه كبرى لبرامج الطاقة النوويه بما فيها توطين أو اكتساب التكنولوجيا النووية فى أطار الاعتماد على الذات مما أدى الى تحول علمى وتكنولوجى ساهم فى نهضتها وتحولها نحو التكنولوجيا المتقدمة. حققت اليابان وكوريا الجنوبيه وتايوان تقدماً كبيراً فى مجال التكنولوجيا النوويه السلمية وخاصة فى مجال مفاعلات القوى ودورة الوقود النووى وبناء قاعدة علميه تكنولوجيه صناعيه، كما حققت الصين والهند والباكستان تقدما على الجبهة العسكرية والجبهة السلمية.

ولقد تناولنا حديثا فى عدد من المقالات (مجلة المصور) الأوضاع النوويه فى عدد من هذه البلاد، ونتناول هنا التجربه الهنديه فى توطين التكنولوجيا النووية والدروس المستفادة، وهى تجربه فريدة فى مجتمع تتشابه ظروفه وظروف العالم العربى والاسلامى الى حد كبير. كما ان الهند عاشت لقرون عديدة فى إطار الحضارة الاسلامية، وذلك بعد ان تستعرض بايجاز وضع الطاقة النووية فى العالم الاسلامى.

٢- الطاقة النووية فى العالم ونصيب العالم العربى الاسلامى مفاعلات القوى

٢ / ١ يوضح شكل ١ الوضع النووى فى العالم واسهام الطاقة النووية فى توليد الكهرباء فى دول العالم النووية. يتفاوت هذا الاسهام بين ٧٥٪ فى فرنسا و ٠,١٢٪ فى الباكستان الدولة الوحيدة فى العالم الاسلامى التى تولد كهرباء نووية، وهى تقع فى ذيل العالم النووى. المفاعل الباكستانى هو من طراز الكاندو الذى يستخدم الماء الثقيل واليورانيوم الطبيعى، وقدرته ١٢٥ ميجاوات كهربى.

٢ / ٢ جدير بالذكر ان قازاخستان كانت تولد ٠,٦٪ من انتاجها الكهربى من مفاعل نووى قدرته ٧٠ ميجاوات كهربى مفاعل سوفيتى ولود سريع تجريبى، كان يستخدم فى تحلية المياه وانتاج الكهرباء دخل الخدمة فى عام ١٩٧٣. وقد تولدت عنه خبرة هائلة فى مجال التحلية النووية. ويجب أن تشير الى أهمية مفاعلات تحلية المياه لنا فى العالم العربى والاسلامى، الذى يقع فى قلب المنطقة القاحلة من العالم. لقد أهتم السوفيت بذلك فى قازاخستان، ثم اهتمت الوكالة الدولية بدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية للتحلية النووية فى شمال افريقيا بالتعاون مع دول المنطقة فى الفترة من ١٩٩٠ - ١٩٩٦، ونتائج هذه الدراسة وتوصياتها مهمه لنا.

٢ / ٣ يوضح جدول ١ ان الدول النامية لديها ١٠٪ من مفاعلات العالم الشغالة وقدرتها تبلغ ٧,٦٪ من القدرة المركبة فى العالم، وبالمقارنة فإن نسبة عدد المفاعلات النووية فى الدول الاسلامية تبلغ ٠,٢٣٪. غير أنه توجد حركة نشطة لبناء المفاعلات فى عدد من الدول النووية تبلغ ٥٣٪ من نصف المفاعلات قيد التشييد فى العالم. أما فى العالم الاسلامي فيجرى تشييد ٣ مفاعلات تشكل ٨٪ من مفاعلات العالم، ونسبة قدرتها المركبة ٠,٠٣٦٪ أى أنها هامشية. ويوجد منها مفاعل فى باكستان قدرته ٣٠٠ ميجاوات كهربى من طراز الماء المضغوط الذى تم تطويره فى الصين، كما يوجد مفاعلان تحت الانشاء في ايران توقف العمل فيهما الذى تعرض

منذ الثورة الاسلامية لأعمال عسكرية من جانب العراق أثناء حرب الخليج الأولى، وتبذل الحكومة الآن جهودا كبيرة لاستكمال أحدهما وهو مفاعل بوشهر بالتعاون مع روسيا والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

٢/٤ نستخلص من ذلك أن العالم العربى خال تماما من مفاعلات القوى، وكذلك دورة الوقود النووى، والعالم الاسلامى خال من المفاعلات الشغالة سوى باكستان ويجرى العمل على تشييد مفاعلين فى ايران. وتجدر الاشارة الى ان قارة افريقيا خالية من مفاعلات القوى سوى جنوب افريقيا. وأن منطقة الشرق الاوسط هى المنطقة الوحيدة فى العالم التى تعرضت مفاعلاتها لقصف عسكرى سواء كانت مفاعلات قوى أو مفاعلات بحوث.

٢/٥ بالنسبة لمنطقة الشرق الأوسط يوضح جدول ٢ ان أربعة دول عربية فقط تدير ستة مفاعلات بحثية، وذلك بعد تدمير مفاعلات العراق الثلاثة بواسطة اعمال حربية من قبل اسرائيل فى عام ١٩٨٢، ومن قبل الولايات المتحدة فى عام ١٩٩٠. وأحدث هذه المفاعلات واكبرها هو مفاعل مصر البحثى الثانى وقدرته ٢٢ ميجاوات، كما توجد ٥ مفاعلات بحثية فى ايران وتركيا فى منطقة الشرق الأوسط.

٢/٦ أما اسرائيل، يوضح جدول ٢ أيضاً أن لديها مفاعل بحثى فى نحال سوريق ومفاعل لانتاج البلوتونيوم فى ديمونه، وهو مفاعل عسكرى فرنسى الاصل حصلت عليه اسرائيل فى اتفاقية سيفر ١٩٥٦ ثمناً لإشتراكها فى عدوان السويس. ولا تنشر عن هذا المفاعل أى بيانات فى وثائق الوكالة الدولية للطاقة الذرية فى إطار سياسة الغموض النووى الاسرائيلى. لقد حدد هذه المفاعل ودورة الوقود النووى المتصلة به موازين القوى فى الشرق الأوسط. كما اسهم فى التحول التكنولوجى لاسرائيل. ويوضح شكل ٢ مخطط المنشآت النووية الاسرائيلية السرية فى ديمونة التى نشرت فى صحيفة الصن داى تايمز الانجليزية فى عام ١٩٨٦، بناء على المعلومات والتى كشف عنها الفنى موردخاى فعنونو، وهذه أكبر منشأة نووية فى المنطقة وهى ترسنة لانتاج السلاح النووى.

٢/٧ أما الدول الاسلامية – خارج الشرق الأوسط التى تدير مفاعلات بحثية، يوضح جدول ٣ ان عددها ١١ مفاعل فى ستة دول. ويلاحظ ان اربعة من هذه المفاعلات أى أكثر من الثلث كانت فى الجمهوريات الاسلامية اثناء وجودها فى اطار الاتحاد السوفيتى سابقا.

٨/٢ تجدر الاشارة الى ان الصين هى التى ساعدت الباكستان فى برنامجها النووى، وهى التى أمدت الجزائر بمفاعل السلام وهو من نوع الماء الثقيل. وهى ايضا التى تساعد المغرب حالياً فى اجراء دراسة عن جدوى مفاعل التحلية النووية. فهل يتمشى ذلك مع اطروحة هنجنتون بالتحالف بين الحضارة الاسلامية والحضارة الكونفوشية فى المجالات النووية. وتجدر الملاحظة ايضاً ان مصر وقعت مع الصين فى العام الماضى وثيقة تحالف استراتيجية. (!)

٩/٢ يبلغ عدد الدول العربية والاسلامية التى تدير مفاعلات بحثية ١٢ دولة (بعد تدمير المفاعلات العراقية) ولديها ٢٥ مفاعلا بحثيا تشكل ٩٪ من مفاعلات العالم، وهى تقرب من نسبة الدول النامية الى العالم (١٢,٦٪) كما هو موضح فى جدول -١. أكبر هذه المفاعلات مفاعل اندونيسيا -٣، يليه مفاعل مصر -٢ ثم مفاعل الجزائر -٢، وكان مفاعل اويزيراق فى العراق الذى دمر عسكرياً أكبرها جميعا. ويوضح ذلك أن الاهتمام النووى فى هذه المنطقة هو اهمام بحثى وتعليمى ونرى أهمية تشغيل هذه المفاعلات بالطاقة القصوى لتعظيم الاستفادة بها، وتدعيم القاعدة العلمية والتكنولوجية والتحلية النووية. ولكى تكون نقطة انطلاق لتوطين التكنولوجيا في مجال دورة الوقود النووى ومفاعلات تحلية المياة وتوليد الكهرباء فى المنطقة وخاصة فى شمال افريقيا الى أهتمت بدراسات الجدوى للتحلية النووية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولكن لم تتخذ أى دولة عربية خطوة جدية نحو بناء محطات صغيرة تجريبية لهذه التكنولوجيا ونرى أهمية التعاون مع قازاخستان فى هذا المجال.

٣- أهم ملامح البرنامج النووى الهندى :

١/٣ فى عام ١٩٤٥ الذى دمرت فيه مدينتا هيروشيما ونجازاكى باستخدام قنبلة ذرية لكل مدينة، أنشئ فى الهند معهد تاتا للبحوث الأساسية الذى اهتم اساسا بالعلوم النووية، وذلك بمبادرة من العالم الهندى هومى بهابها قدمها فى عام ١٩٤٤ الى السير تاتا صاحب مؤسسة تاتا للتمويل والذى قرر تبنى انشاء المعهد. وجدير بالذكر أن بهابها درس الفيزياء فى جامعة كامبردج قبل استقلال الهند، وكان واسع الاتصالات العلمية، وعلى دراية بالتطورات النووية، وكان معظمها فى هذا الوقت فى طى الكتمان.

٢/٣ وفى عام ١٩٤٨ بعد الاستقلال صدر قانون الطاقة الذرية وأنشئت لجنة الطاقة الذرية تابعة لرئيس الوزراء. وفى عام ١٩٤٩ أنشئت وحدة للبحث عن الخامات الذرية والنادرة يوضح الاهتمام بالطرف الأمامى لدورة الوقود النووى وفى عام ١٩٥٤ أنشئت

معامل الطاقة الذرية وتسمى الآن مركز بهابها للبحوث الذرية (BARC* - بارك) فى ترومباى (من ضواحى بومباى وتسمى الآن مومباى)، ثم انشئت وزارة الطاقة الذرية. وتحدد الهدف مبكراً بالدخول فى مجال القوى النوويه ودوره الوقود النووى، وكان مدخلها المبكر تطوير القوى البشريه العلمية على مستوى رفيع من خلال معهد تاتا للبحوث الاساسيه. فى اطار الادارة السياسية لرئيس الوزراء جوهر لال نهرو والارادة الفنية والتكنولوجيا للعالم بهابها وتوافر الإرادة النووية والتكنولوجية.

٣/٣ فى خلال فترة وجيزة تم بقدرات هندية انشاء مصنع لانتاج الثوريوم فى عام ١٩٥٥، وانتاج فلز اليورانيوم نو النقاوة النووية فى عام ١٩٥٩. وفى عام ١٩٥٦ تم تشغيل مفاعل أسبارا (قدرة ١ ميجاوات) وهو أول مفاعل فى اسيا خارج الاتحاد السوفيتى، وتم تصنيع وحدات الوقود الخاصة به فى الهند من خلال التعاون مع بريطانيا وفرنسا للحصول على اليورانيوم عالى الاغناء اللازم لذلك، مما يوضح الإرادة المبكرة لتوطين التكنولوجيا النووية، منذ أن كان البرنامج النووى الهندى فى المهد.

٤/٣ وفى عام ١٩٦٠ بدأ تشغيل المفاعل الكندى الهندى للبحوث قدرة ٤٠ ميجاوات حرارى. وتم تصنيع جزء من شحنة وقود أول قلب للمفاعل محليا، من خلال برنامج تعاون ثنائي هندى كندى يتضمن نقل التكنولوجيا بدأ التفاوض بشأنه فى عام ١٩٥٥ أثناء مؤتمر جنيف الأول للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية. وفى عام ١٩٦١ بدأ العمل فى الطرف الخلفى لدورة الوقود النووى بتشييد محطة لاعادة المعالجة وانتاج البلوتونيوم، وبدأ تشغيلها فى عام ١٩٦٤. وبذلك يكون قد تم استكمال دورة وقود نووى كاملة حول المفاعل الكندى الهندى. تم ذلك فى وقت مبكر بالاعتماد على الذات فى تطوير تكنولوجيا هندية فى معظم دورة الوقود مطعمة بتكنولوجيا كندية فى مجال المفاعلات وتصنيع وحدات الوقود النووى وتم انتاج البلوتونيوم الذى استخدم في التفجير النووى الهندى الأول (الذى سمى تفجيرا سلميا) فى عام ١٩٧٤، وكان ردا على التفجير النووى الصينى الأول فى عام ١٩٦٤. وجدير بالذكر أن الولايات المتحدة الامريكية شجعت الهند على القيام بهذا التفجير لخلق توازن نووى مع الصين.

* Bhabha Atomic Research Center (BARC)

٥/٣ بدأ الاهتمام بادخال مفاعلات القوى النووية مبكراً وكان ذلك عقب نجاح تشغيل أول مفاعل قوى لتوليد الكهرباء من نوع الماء الخفيف فى العالم فى عام ١٩٦٠ – وكان من نوع الماء المغلى (محطة درسدن – ١ بالقرب من شيكاغو) وتم اختيار مفاعلين من هذا النوع فى عطاء عالمى فى عام ١٩٦٢. نلاحظ هنا المتابعة الدقيقة للتطورات النووية والجسارة في اتخاذ القرار. وبدأ التشييد فى عام ١٩٦٤ فى محطة «ترابور» وبدأ التشغيل فى عام ١٩٦٩. ولا زالت هذه المحطة شغالة بعد ٣١ عاما بينما توقفت محطة درسدن -١ بعد ١٧ عاماً من بدأ التشغيل.

٦/٣ فى عام ١٩٦٢ ايضا تم التعاقد مع كندا بالامر المباشر على تشييد مفاعل من طراز الكاندو لإقامة محطة راجستان -١ وهو من طراز مفاعل دوجلاس بوينت أول مفاعل كبير قدرة ٢١٨ ميجاوات كهربى فى كندا. وبدأ تشييده في عام ١٩٦٠. ولم يكن قد تم الانتهاء من تشغيله (الذى بدأ فى عام ١٩٦٧) ووقت التعاقد وبالتالى لم تتوافر أى خبرة تشغيلية بعد، كما حدث فى محطة درسدن -١. ولقد اتخذ القرار فى ضوء نجاح تشغيل اول مفاعل ايضاحى صغير من طراز الكاندو (NPD)* قدرته ٢٠ ميجاوات فى عام ١٩٦٢. ويوضح سرعة اتخاذ هذا القرار لهفة القيادة السياسية والنووية الهندية على الالتحاق بمحطات الماء الثقيل والتعاقد عليها وتوطين تكنولوجياتها وهى مازالت فى المهد، وقد تم تشغيل محطة راجستان الأولى فى عام ١٩٧٣، وذلك بعد ستة سنوات فقط من تشغيل أول محطة من هذا النوع وهى محطة «دوجلاس بوينت » فى كندا.

٧/٣ وفى عام ١٩٦٧ تم التعاقد ايضا بالامر المباشر على محطة من نفس النوع لتكون محطة راجستان -٢، واستغرقت وقتاً طويلاً فى التشييد وبدأ تشغيلها فى عام ١٩٨١، وذلك بسبب المقاطعة الكندية بعد التفجير النووى فى عام ١٩٧٤، كما استغرق برنامج التصنيع المحلى زمنا أطول. وبلغت نسبة التصنيع المحلى ٥٥٪ فى راجستان -١، و ٧٥٪ فى راجستان -٢. وبلغت المشاركة المحلية فى التصميم والتشييد والتصنيع أكثر من ٩٠٪ المحطات التالية. وهى مدراس نارورا - وبذلك اطلقنا على هذه المحطات اسم إندو Indu أو هندو. (مفاعل الماء الثقيل الطراز الهندى).

---

* Nuclear Power Demonstration Plant

٧/٣ مر البرنامج النووى الهندى بمرحلة حرجة بعد أن قامت الهند بتفجيرها النووى الأول (السلمى) فى مايو ١٩٧٤، فقد توقفت كندا عن تعاونها النووى مع الهند، وأعلنت عن عدم تسليم ماكينتين لتزويد المفاعلات بالوقود كان يجرى تصنيعهما لحساب الهند. غير أن المسئولين الكنديين أبلغوا المسئولين الهنود أن الهند تستطيع تسليم الماكينتين – اللتين تم تصنيعها فعلا– عن طريق طرف ثالث . ولكن الهند رفضت ذلك بإباء، وقامت بتصنيع الماكينتين محليا رغم شده تعقيد هذا النوع من الماكينات من حيث التصميم والتصنيع والمواد. استغرق ذلك وقتا طويلا، الا أن هذا الانجاز التكنولوجى كان مثارا للفخر الهندى التكنولوجى بنجاحه فى الاعتماد على الذات وتوطين التكنولوجيا أدى ذلك وغيره الى تعطيل البرنامج الا ان ذلك كان دافعا للتطوير والتوطين التكنولوجى.

٩/٣ يوضح جدول – ٤ أن عدد مفاعلات القوى الشغالة حالياً ١٢ مفاعلا قدرتها المركبة ٢٢٨٠ ميجاوات كهربى، منها مفاعلان من نوع الماء الخفيف المغلى الامريكية الاصل، وهما بداية برنامج مفاعلات القوى، وعشرة من طراز مفاعلات الماء الثقيل من النوع الكندى – الهندى فى اطار سياسة الاعتماد على الذات وتم بناء هذه المحطات وتشغيلها عبر ثلاثة عقود فى الفترة من عام ١٩٦٩ وحتى ٢٠٠٠.

١٠/٣ ويبلغ عدد المفاعلات طراز هندو تحت الانشاء ٤ مفاعلات قدرتها ١٤٤٠ ميجاوات منهم اثنان قدرة كل ٥٠٠ ميجاوات كهربى من الجيل الثانى، وهذه نقلة كبرى فى التصميم والانشاء لمفاعلات قدرتها تزيد عن ضعف مفاعلات الماء الثقيل الهندية من الجيل الأول. كما أعلن عن بدء انشاء ٤ مفاعلات جديدة قدرتها ٢٤٤٠ ميجاوات ك، منها مفاعلان من نوع الماء الخفيف المضغوط طراز روسى وبذلك يتكون الخليط الهندى من مفاعلات الماء الثقيل ومفاعلات الماء الخفيف. وهذا هو النمط الاسيوى فى سياسة المفاعلات التى اتبعت فى الصين وكوريا الجنوبية والباكستان. وهو اتجاه مهم توصى باتباعه فى مصر فى حالة تنفيذ برنامج نووى لكى نكون على صلة التطورات العلمية فى هذين المجالين الهامين من مجلات مفاعلات القوى.

ويوضح جدول – ٥ ان حجم برنامج المفاعلات الشغالة وتحت الانشاء والمخططة يبلغ ١١٦٠٠ ميجاوات كهربى. وهذا نقلة كبرى فى البرنامج الهندى مرتكزة على خبرة ثلاثين عاما فى مفاعلات توليد الكهرباء

٣/١١ يوضح شكل – ٣ متوسط معامل الحمل لمفاعلات القوى الكهربية فى معظم دول العالم النووية منذ عام ١٩٨٢، ويتضح منه ان متوسط معامل الحمل المحطات النووية الهندية هل أقل دول العالم حتى عام ١٩٩٧. وتفاوت متوسط الحمل بين ٢٧٪ (عام ١٩٨٢) و ٥٠٪، وفى عام ١٩٩٤ بدأ تصاعد مستمر فى متوسط الحمل الى ان وصل الى ٦٣٪ فى عام ١٩٩٠. ويكمن السبب وراء ذلك ان الهند بدأت التصنيع المحلى بالاعتماد على الذات مبكراً فى هذه الصناعة المتقدمة مع توقف العلاقات الكندية الهندية ابتداء من عام ١٩٧٤ الذى أثر ذلك على برنامج نقل وتوطين التكنولوجيا. ولكن بالجهود الوطنية امكن مع الوقت استيعاب التكنولوجيا وتحسن الاداء وبدأت الاقتراب من مستوى الدول النووية المتقدمة. وبالمقارنة مع كوريا الجنوبية، نجد ان متوسط معامل الحمل كان دائماً حوالى٨٠٪ وذلك لاعتمادها على برنامج تدريجى مستمر لنقل واستيعاب التكنولوجيا فى كافة مجالات المحطات النووية ودورة الوقود النووية تم التعاقد عليه مع عدد من الشركات الامريكية.

٣/١٢ يتم انتاج الماء الثقيل اللازم لتشغيل محطات الكاندو حاليا وفى المستقبل والتصدير محليا فى ثمان محطات موزعة على الشواطئ الهندية فى غرب البلاد وشرقها، وتم تطوير تكنولوجيا هندية باستخدام عمليه التبادل كبريتيد الايدروجين – الماء فى أربعة محطات. ويتم إدارة هذه المحطات بواسطة مجلس الماء الثقيل، ويجرى تطوير الصناعة باستمرار وتحسين الكفاءة والحفاظ على الطاقة.

٣/١٣ ويتم تصنيع الوقود النووى هو جزء هام فى دورة الوقود النووى التى تبدأ من البحث عن الخامات الذرية واستخراج المواد النووية ومعالجتها وتصنيع الوقود النووى واستخدامه فى المفاعل، واعادة المعالجة وتصريف النفايات المشعة. ومن أهم المنشآت الخاصة بذلك مجمع الوقود النووى فى حيدر أباد الذى انشئ لتصنيع وقود مفاعلات الكاندو، وقود مفاعلات الماء الخفيف، فلز الزكونيوم وسبائكه وسبائك متقدمة أخرى وغيرها من المواد المتقدمة. وجدير بالذكر أن دورة الوقود النووى الهندية الرئيسية تعتمد علي استخدام اليورانيوم الطبيعى فى مفاعلات الماء الثقيل وإنتاج البلوتونيوم من الوقود المستنفد بواسطة إعادة المعالجة فى الجيل الأول من دورة الوقود وفى الحبل الثانى يمكن استخدام البلوتونيوم فى توليد اليورانيوم – ٢٣٣ الانشطارى باستخدام الثوريوم (مادة خصبة) الذى سوف يستخدم كوقود فى الجيل الثالث من المفاعلات.

٣/١٤ تم تطوير قاعدة راسخه فى مجال البحوث والتطوير فى كافة مجالات القوى النووية. وهناك خمس مفاعلات للبحوث منها مفاعل قدرة ١٠٠ ميجاوات (مفاعل دروفا- Dhruva) تم تصميمه وتصنيعه بالكامل فى مركز بهابها للبحوث الذرية إعتمادا على الخبرة المكتسبة من المفاعل الكندى الهندى، وهو من النوع الملائم لانتاج البلوتونيوم (نوعيه السلاح) ويعمل منذ أواخر عام ١٩٨٥ كما تم تطوير دورة الوقود النووى الكاملة واللازمة لذلك، وأدى الى تراكم كمية من البلوتونيوم كافية لانتاج عدد وفير من القنابل الذرية، والتى أعلنت تفجيرها فى مايو ١٩٨٨ عن انها اصبحت دولة نووية.

٣/١٥ وتم انشاء مركز انديرا غاندى للبحوث الذرية فى عام ١٩٧٢ ليتولى مسئولية البحث والتقدير فى المفاعلات السريعة، وتم ايضاً تصميم مفاعل سريع قدرة ٥٠٠ ميجاوات، كما تم تصميم وتصنيع وتشغيل مفاعل اختبار من نوع المفاعلات الولود السريع قدرة ٥٠ ميجاوات ويعمل بقدرة منخفضة، وتتناول البحوث أيضاً مجال دورة الثوريوم لانتاج اليورانيوم - ٢٣٣ لاستعماله كوقود نووى مستقبلا، وتم تصميم واقامة مفاعل كامينى (Kamini) فى مركز انديرا غاندى ايضاً الذى يعمل باليورانيوم - ٢٣٣ كوقود، وهذا المفاعل الوحيد من نوعه فى العالم.. وهذا يوضح الانتقال الى مرحلة الابتكار العلمى. وأهتمت الهند ايضا بالتحلية النووية وأقامت وحدة تجريبية صغيرة مرتبطة بمفاعل البحوث الكندي الهندى، وتعمل على تصميم وحدات كبيرة ترتبط بالمفاعلات الهندية قدرة ٥٠٠ ميجاوات.

٣/١٦ وهناك مركز للتكنولوجيا المتقدمة فى لجنة الطاقة النووية الهندية ويختص بالبحوث فى مجال المعجلات والليزر، وهندسة وعلوم درجات الحرارة المنخفضة وغيرها. إن قطاع البحوث والتطوير يقع موضع القلب فى البرنامج النووى الهندى.

٣/١٧ يوضح شكل ٤ توزيع مرافق ومنشآت البرنامج النووى الهندى فى انحاء البلاد على نطاق واسع.

٣/١٨ لقد مكنت الخبرة المكتسبه فى التصميم والانشاء والتشغيل فى مجال مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث ودورة الوقود النووى، مكنت الهند من تطوير قدرة نووية استراتيجية، ومكنتها ايضاً من التوسع فى الاستخدامات السلمية النووية فى توليد الكهرباء وتحلية المياه والاستخدام الواسع للنظائر والمصادر المشعة وقامت بتوطين التكنولوجيا النوويه على نطاق كبير وأدى ذلك الى بناء قدرات صناعية وتكنولوجية متميزه فى مجالات الصناعات الميتاليرجية المتخصصة، والالكترونية، والحاسبات والمعلومات والارضيات النادرة والمواد المتقدمة مما مكن الهند من أن تدخل عصر التكنولوجيا المتقدمة.

١٩/٣ على الرغم من العقبات التى واجهت هذا البرنامج الطموح مثل التأخير فى التنفيذ وانخفاض معدلات الآداء للمفاعلات كما أشرنا، فقد نجحت الهند فى خلق جزر علمية تكنولوجية متقدمة كانت سبيلها الى التقدم المطرد وسياجا لأمنها القومى، كما استطاعت نتيجة التراكم المعرفى والتكنولوجى وتحسين أداء المفاعلات فى السنوات الأخيرة بشكل واضح، وهى تستعد الأن لأخذ وضع تصدير المفاعلات.

٤ - خاتمة :

١/٤ بدأ برنامج الهند النووى بمشاريع تسليم المفتاح فى مفاعلات الماء الخفيف الامريكيه حيث كانت المشاركة المحليه محدودة، وتزايدات المشاركة تدريجياً عن طريق التعاون الهندى الكندى فى مفاعلات الكاندو أو الهندو حتى وصلت الى مرحله الانتاج المحلى فى إطار سياسة الاكتفاء الذاتى بدرجة ٩٠٪ . وتلى ذلك تحسين التصميمات وفى المرحلة الأخيرة اتجهت الهند نحو رفع مستوى الجودة وتحسين الاداء وتعزيز السيطرة التكنولوجيه. أما بالنسبة لدورة الوقود النووى فقد بدأتها الهند مبكراً جداً وطورت دورة اليورانيوم الطبيعى وانتاج البلوتونيوم، كما طورت دورة الثوريوم وانتاج اليورانيوم - ٢٣٣. كما طورت القدرة على تصميم المفاعلات البحثية من انواع متعددة، كما أنشأت كافة الصناعات اللازمة لهذا البرنامج مما أدى الى تحول علمى تكنولوجى صناعى مشهود ويخضع البرنامج لإشراف رئيس الوزراء كما توافرت للبرنامج الارادة والادارة على المستوى السياسى والتكنولوجى بشكل مستمر.

٢/٤ لقد تميز برنامج القوى النووية الهندى بوضوح الأهداف منذ البداية، وتم بناء تدريجى للقدرات العلمية والتكنولوجية من خلال برنامج للبحوث والتطوير وتوطين التكنولوجيا، وتنمية قدرات واقامة الصناعات والتكنولوجيا المتقدمة وما يتطلبه من التصميم والتصنيع والتشغيل، وبناء القاعدة البشرية النووية اللازمة وفق تخطيط وتدريب سليم وأنشأت مركزاً للتدريب الجامعين والفنيين منذ عام ١٩٥٧ قبل التحاقهم للعمل فى فروع الطاقة الذرية، مما أكسب الهند مجموعه ممتازه من القيادات فى كل نواحى البرنامج النووى، خلقت مناخا مواتيا للعمل فى أطار ثقافة نووية تشمل ثقافات الجودة والامان والاداء، كما تميزت بالادارة والقدرة على التخطيط البعيد، وعلى اتخاذ القرارت السليمة فى الأوقات المناسبة.

٣/٤ لقد أعطت الهند مثلا فريداً وناجحا لدولة نامية فى استخدام التكنولوجيا النووية لتطوير المجتمع والتحول نحو التكنولوجيا المتقدمة. أن فى الخبرة الهندية دروسا كثيرة عن توطين التكنولوجيا وادارتها وبناء القدرات التكنولوجية النوويه والتكنولوجيا المتقدمة المصاحبه لها، وهى ذات فائدة عظمى للعالم العربى والاسلامى الذى اهمل التكنولوجيا النووية اهمالا تاما فى كثير من ارجائه وذلك من اسباب التخلف العلمى والتكنولوجى لهذه البلاد.

٤/٤ إن دورة الوقود النووى المعتمدة على اليورانيوم الطبيعى واستخدام الثوريوم هى دورة ملائمة لمصر وخاصة أن لديها احتياطى كبير من الثوريوم، كما أن استخدام خليط من مفاعلات الماء الثقيل والماء الخيف المضغوط له ميزات عظيمة حيث أخذها فى الاعتبار عند وضع برنامج نووى طويل الامد.

جدول - ١

وضع مفاعلات القوى
والمفاعلات البحثية فى الدول النامية

م	الدول	المفاعلات الشغالة		تحت الانشاء		مفاعلات بحثية
		العدد	القدرة المركية ميجا وات-ك	العدد	القدرة المركية ميجا وات-ك	العدد
١	كوريا الجنوبية	١٦	١٢٩٩٠	٤	٣٨٢٠	٢
٢	تايوان - الصين	٦	٤٨٨٤	-	-	-
٣	الصين	٣	٢١٦٧	٧	٥٤٢٠	١٣
٤	جنوب افريقيا	٢	١٨٤٢	-	-	١
٥	الهند	١١	١٨٩٧	٣	٦٠٦	٥
٦	المكسيك	٢	١٣٠٨	--	-	٣
٧	الارجنتين	٢	٩٣٥	١	٦٩٢	٥
٨	البرازيل	١	٦٢٦	١	١٢٤٥	١
٩	الباكستان	١	١٢٥	١	٣٠٠	٢
١٠	ايران *	---	-	٢	٢١١١	٤
١١	قازاخستان**	١	٧٠	ملحوظة : أوقف بعد عام ١٩٩٨		-
	المجموع الكلى	٤٤	٢٦,٧٧٤	١٩	١٤,١٩٤	٣٦
	الدول العربية والإسلامية	١	١٢٥	٣	٢٤١١	٢٥
	العالم	٤٣٣	٣٤٩,٠٦٣	٣٦	٣١,١٢٨	٢٨٤
	النسبة المئوية للدول النامية	٪١٠	٪٧,٦	٪٥٣	٪٤٥	٪١٢,٦
	النسبة المئوية للدول العربية والاسلامية	٪٠,٢٣	٪٠,٠٣٦	٪٨	٪٧,٧	٪٩

بيانات ابريل ٢٠٠٠ - الوكالة الدولية للطاقة الذرية

* يجرى العمل حالياً فى استكمال مفاعل بوشهر فى ايران

** مفاعل تجريبى، ويستخدم ايضا فى تحلية المياه وتوليد الكهرباء وهو الوحيد من نوعه فى العالم، وتم ايقافه الان

جدول -٢

المفاعلات البحثية فى المنطقة العربية والشرق الأوسط - ١

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو وات	نوع المفاعل	درجة الأغناء نسبة اليورانيوم -٢٣٥ ٪	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) حرارى	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) سريع	تاريخ الحروجية	البلد مصدر الوقود
١- الجزائر (٢)	الجزائر -١ نور	١٠٠٠	بركة/ ماءخفيف	١٩,٧	$٨,٩ \times ١٠^{١٢}$	٢×١٠^{١٢}	١٩٨٩	الأرجنتين
	الجزائر-٢ السلام	١٥,٠٠٠	ماء ثقيل	٢,٩٦-٣,٣	٢×١٠^{١٤}	٤×١٠^{١٢}	١٩٩٢	الصين
٢-سوريا (١)	سوريا-١	٣٠ (صفرى)	ماء خفيف	٨٩,٨٧	$١٠^{١٢}$		١٩٩٦	الصين
٣- العراق (٣)	عراق -١	٥٠٠٠	بركة/ ماءخفيف	٨٠	تم تدميره اثناء حرب الخليج الثانية ١٩٩١		١٩٦٧	روسيا
	أوزيراق	٧٠	بركة/ ماءخفيف	٩٣	تم تدميره بواسطة اسرائيل عام ١٩٨٢		١٩٨٢	فرنسا
	عراق -٢	٧٠٠		٩٣	تم تدميره اثناء حرب الخليج الثانية ١٩٩١ (تشير مراجع الوكالة بالنسبة لعراق-١ وعراق-٢ أنه تم إيقافهما ولا توجد أي اشارة بالنسبة لاوزيراق)		١٩٨٧	روسيا
٤- ليبيا (١)	ليبيا -١	١٠,٠٠٠	تانك/ ماءخفيف	٨٠	٢×١٠^{١٤}	٨×١٠^{١٤}	١٩٨١	روسيا
٥- مصر (٢)	مصر -١	٢٠٠٠	تانك/ ماءخفيف	١٠	$١,٥ \times ١٠^{١٣}$	$٣,٦ \times ١٠^{١٣}$	١٩٦١	روسيا
	مصر -٢*	٢٢٠٠٠	بركة/ ماءخفيف	١٩,٧٥	$٨,١ \times ١٠^{١٣}$		١٩٩٨	

ملحوظة : يوجد مفاعل تحت الانشاء في المغرب

*افتتح السيد الرئيس/ محمد حسني مبارك رئيس الجمهورية - هذا المفاعل مع مصنع الوقود النووى الملحق به، وكان بصحبته السيد رئيس جمهورية الارجنتين فى ٤ فبراير ١٩٩٨

جدول -٢

المفاعلات البحثية فى المنطقة العربية والشرق الأوسط - ٢

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو وات	نوع المفاعل	درجة الأغناء نسبة اليورانيوم -٢٣٥٪	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) حرارى	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) سريع	تاريخ الحروجية	البلد مصدر الوقود
٦- ايران (٤)	ايران -١	٥٠٠٠	بركة	١٩,٧٥	٣×١٠^{١٣}	١×١٠^{١٤}	١٩٦٧	الأرجنتين
	ايران -٢		تجميعة حرجة	١,٧	١×١٠^{٤}		١٩٩٢	الصين
	ايران -٣		تجميعة حرجة	٠,٧	٦×١٠^{٥}		١٩٩٢	الصين
	ايران -٥	٣٠	مفاعل صفرى	٣٠٪	١×١٠^{١٢}		١٩٩٤	الصين
٧- تركيا (٢)	تركيا - ١*	٢٥٠	تريجا -٢	٢٠٪	٥×١٠^{١٢}	١×١٠^{١٢}	١٩٦٢	الولايات المتحدة
	الجامعة الفنية							الاثراء:الولايات المتحدة
	تركيا - ٢	٥٠٠٠	بركة	٢٠ - ٩٣٪	$٤,٩ \times ١٠^{١٣}$	$٦,٧ \times ١٠^{١٣}$	١٩٨١	التصنيع : فرنسا
٨- اسرائيل(٢)	اسرائيل -١		بركة	٩٣٪	٥×١٠^{١٣}	٥×١٠^{١٣}	١٩٦٠	الولايات المتحدة
	نحال سوريق	٢٦,٠٠٠ ؟؟						التصنيع : فرنسا الولايات المتحدة
	اسرائيل -٢	٧٠,٠٠٠ ؟؟	ماء ثقيل				١٩٦٣	فرنسا
	ديمونة**	١٥٠,٠٠٠؟؟						

* تم ايقافه فى عام ١٩٧٧

** مفاعل لانتاج البلوتونيوم لاغراض عسكرية - وملحق به مصنع للوقود النووى ومحطة لإعادة المعالجة واستخلاص البلوتونيوم-حدد موازين القوى فى منطقة الشرق الأوسط. (انظر شكل ٢)

جدول -٣ **المفاعلات البحثية فى الدول الإسلامية خارج منطقة الشرق الأوسط - ١**

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو وات	نوع المفاعل	درجة الأغناء نسبة اليورانيوم -٢٣٥ ٪	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) حرارى	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) سريع	تاريخ الحروجية	البلد مصدر الوقود
١- إندونيسيا(٣)	اندونسيا-١ باندونج	١٠٠٠	تريجا - ٢	٢٠	4×10^{13}	$1,7 \times 10^{13}$	١٩٦٤	الولايات المتحدة
	اندونيسيا - ٢ كارتينى	٢٠٠	تريجا - ٢	٢٠	$1,2 \times 10^{12}$	$2,4 \times 10^{12}$	١٩٧٩	الولايات المتحدة
	اندونيسيا-٣ مركز المفاعل متعدد الاغراض	٣٠,٠٠٠	بركة/ ماءخفيف	١٩,٢٥	5×10^{13}	5×10^{13}	١٩٨٧	الاثراء: الولايات المتحدة -فرنسا الصنع: المانيا- اندونيسيا
٢- أوزبكستان(١)	اوزبكستان-١ طشقند	١٠,٠٠٠	تانك - روسى ماء خفيف	٩٠	$2,3 \times 10^{14}$	1×10^{14}	١٩٥٩	روسيا
٣- بنجلاديش(١)	بنجلاديش -١ موسسة الطاقة الذرية	٣٠٠٠ ٨٥٢ ميجاوات عند النيض	تريجا - II مفاعل نابض	١٩,٧	$5,6 \times 10^{13}$	$1,7 \times 10^{13}$	١٩٨٦	الولايات المتحدة

جدول -٣ **المفاعلات البحثية فى الدول الإسلامية خارج منطقة الشرق الأوسط - ٢**

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو وات	نوع المفاعل	درجة الأغناء نسبة اليورانيوم -٢٣٥٪	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) حرارى	الفيض النترونى (ن/سم٢/ث) سريع	تاريخ الحروجية	البلد مصدر الوقود
٤- باكستان (٢)	باكستان -١	٩,٠٠٠	بركة	١٩,٩٩	٩×١٠^{١٣}	٢×١٠^{١٤}	١٩٦٥	الاثراء: الولايات المتحدة -الصين / التصنيع: امريكا -اليابان -فرنسا -الصين
	باكستان -٢ معهد باكستان للعلوم النووية	٣٠ (صغرى)	ماءخفيف	٩٠,٢	١×١٠^{١٢}	٢×١٠^{١١}	١٩٨٨	الاثراء: الصين/التصنيع: الصين
٥-قازاخستان(٢)	قازاخستان-١ معهد الطبيعة النووية الماتا	١٠,٠٠٠	بركة-ماءخفيف	٣٦	٢×١٠^{١٤}	٨×١٠^{١٣}	١٩٦٧	روسيا
	قازاخستان - ٢ سيا - لوتش	١٠,٠٠٠	تانك-طراز روسى	٣٦	٢×١٠^{١٤}	٨×١٠^{١٣}	١٩٦١	روسيا
	كازاخستان - ٣ سيا - لوتش	٦,٠٠٠	تانك-بريليوم	٩٠	٣×١٠^{١٤}	١×١٠^{١٥}	١٩٧٢	روسيا
٦- ماليزيا (١)	ماليزيا -١ بوساتى - معهد التكنولوجيا النووية	١٠٠٠ ٣٦٠ ميجاوات عند النبض	تريجا - II مفاعل نابض	١٩,٧٥	$٢,٥ \times ١٠^{٢}$ ١×١٠^{١٥} عند النبض	$١,٩ \times ١٠^{١٣}$	١٩٨٢	الولايات المتحدة

* العدد الكلى ١١ مفاعلا بحثياً

جدول - ٤

مفاعلات القوى النووية الشغالة فى الهند
PLANTS UNDER OPERATION

المحطة Plant	النوع Type	السعة (القدرة المركبة) Capacity	تاريخ بدء التشغيل التجارى Commercial Operation Since
TAPS-1&2	BWR	2 x 160 Mwe	١٩٦٩ أكتوبر
ترابور ٢،١			
RAPS-1	PHWR	1 x 100 Mwe*	١٩٧٣ ديمسبر
RAPS-2	PHWR	1 x 200 Mwe	١٩٨١ ابريل
راجستان ٢،١			
MAPS-1	PHWR	1 x 170 Mwe	١٩٨٤ يناير
MAPS-2	PHWR	1 x 170 Mwe	١٩٨٦ مارس
مدراس ٢،١			
NAPS-1&2	PHWR	2 x 220 Mwe	١٩٩٧ يناير ويوليو
نارورا ٢،١			
KAPS-1 &2	PHWR	2 x 220 Mwe	٢٠٠٠
كالباكام ٢،١			
KAIGA-1	PHWR	1 x 220 Mwe	٢٠٠٠ مارس
KAIGA-2	PHWR	1 x 220 Mwe	٢٠٠٠ يونيو
كايجا ٢،١			
RAPS-3	PHWR	1 x 220 Mwe	
راجستان -٣			
Total المجموع		2280 Mwe	

* *Presently operating at 150 MWe with clearance from the regulatory authority.*

BWR : Boiling water Reactor — مفاعل الماء (الخفيف) المغلى

PHWR : Pressurized Heavy water Reactor — مفاعل الماء الثقيل المضغوط-احتضارا مفاعلات الماء الثقل

جدول - ٥

ملخص برنامج محطات القوى النووية فى الهند
SUMMARY OF FIRST STAGE INDIA NUCLEAR POWER PROGR AMME

السعة (القدرة المركبة) Capacity	القدرة المركبة الكلية Total Capacity, Mwe	
Operating Reactors مفاعلات شغاله 2BWRs of 160 Mwe each, 10 PHWRS (1 x 100, 1 x 200, x 2 x 170, 6x220 Mwe)	2280	
Reactors Under Construction مفاعلات قيد التشييد (2 PHWRs of 220 MWe each and 2PHWRs of 500 MWe each) INDU type.	1440	
مفاعلات بدأ تنفيذ مشروعاتها Reactor for which project activities have started (2x220MWe, PHWR + 2x1000 MWe PWR (Russian type)	2440	
Sub total مجموع جزئى		6160
Reactors planned (2x220MWe, + 4x500 MWe), - PHWR + (INDU) مفاعلات مخططة	2440	
Reactors to be planned مفاعلات يجرى التخطيط لها (6x500 MWe) PHWR(INDU)	3000	
Subtotal مجموع جزئى .		5440
Grand Total المجموع الكلى		11600

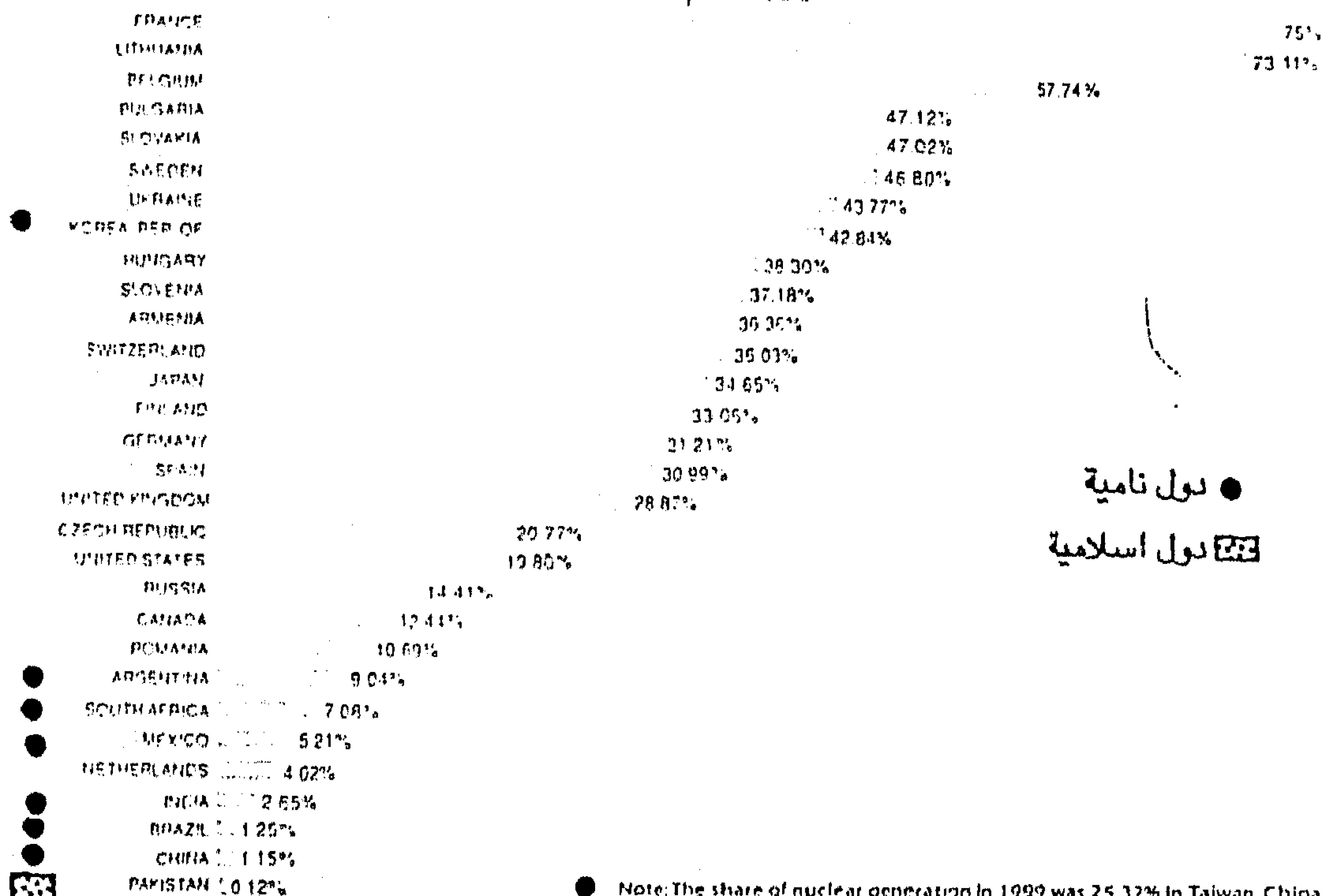
NUCLEAR POWER STATUS AROUND THE WORLD

	Reactors in Operation		Reactors Under Construction	
	NO. OF UNITS	TOTAL NET MWE	NO. OF UNITS	TOTAL NET MWE
● ARGENTINA	2	935	1	692
ARMENIA	1	376		
BELGIUM	7	5 712		
● BRAZIL	1	626	1	1 229
BULGARIA	6	3 538		
CANADA	14	9 998		
● CHINA	3	2 167	7	5 420
CZECH REPUBLIC	4	1 648	2	1 824
FINLAND	4	2 656		
FRANCE	59	63 103		
GERMANY	19	21 122		
HUNGARY	4	1 729		
● INDIA	11	1 897	3	606
▦ IRAN			2	2 111
JAPAN	53	43 691	4	4 515
● KOREA, REP. OF	16	12 990	4	3 820
LITHUANIA	2	2 370		
● MEXICO	2	1 308		
NETHERLANDS	1	449		
▦ PAKISTAN	1	125	1	300
ROMANIA	1	650	1	650
RUSSIAN FEDERATION	29	19 843	3	3 375
● SOUTH AFRICA	2	1 842		
SLOVAKIA	6	2 408	2	776
SLOVENIA	1	632		
SPAIN	9	7 470		
SWEDEN	11	9 432		
SWITZERLAND	5	3 079		
UNITED KINGDOM	35	12 968		
UKRAINE	14	12 115	4	3 800
UNITED STATES	104	97 145		
WORLD TOTAL*	433	349 063	37	31 128


● *This total includes Taiwan, China where six reactors totaling 4884 MWe are in operation. Two units are under construction.
Table reflects status as of April 2000 as reported to the IAEA

NUCLEAR SHARE OF ELECTRICITY GENERATION

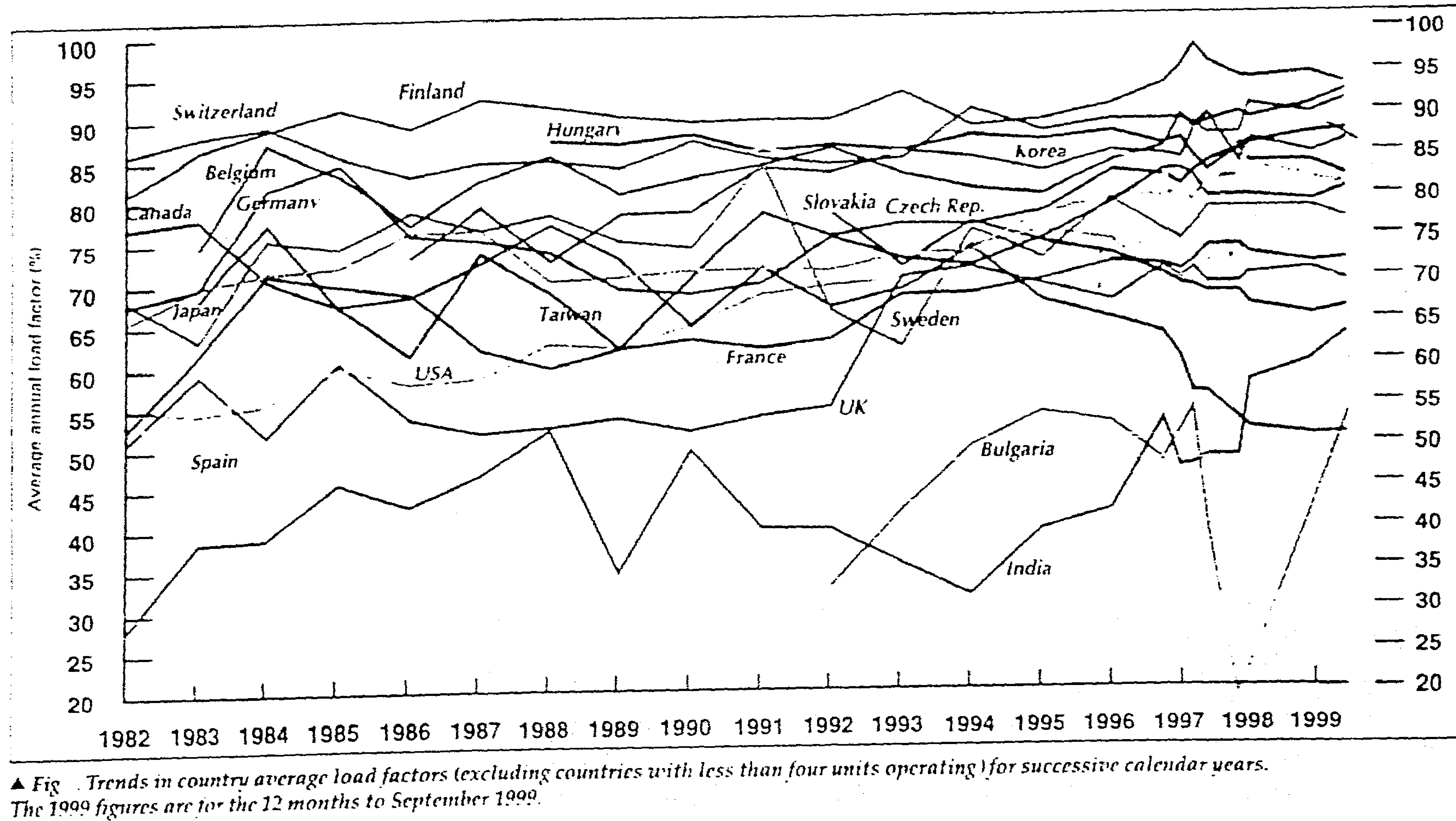
as of April 2000



شكل ١: الوضع النووى فى العالم والاسهام النووى فى توليد الكهرباء

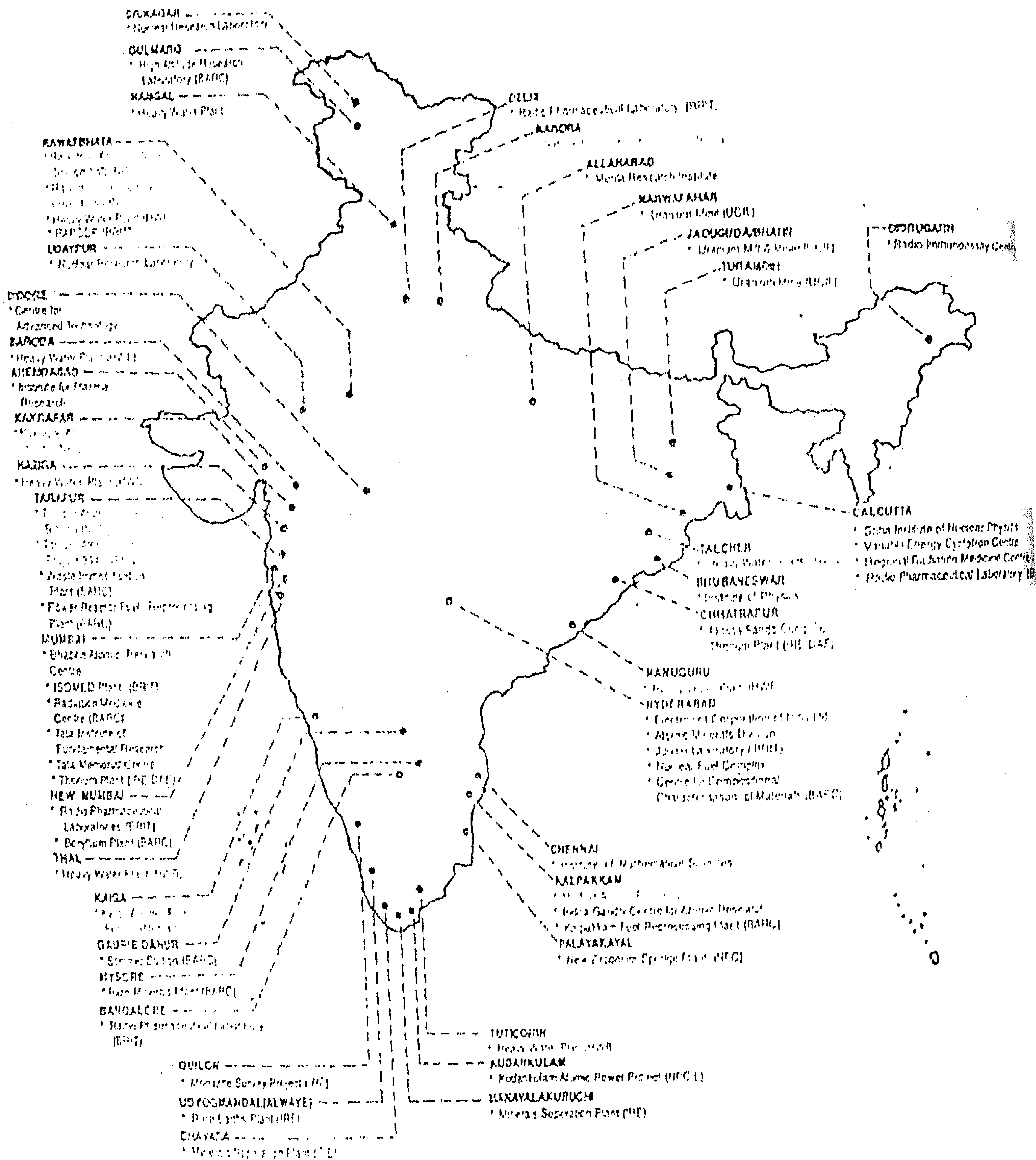


شكل ٢ : مخطط يوضح المرافق النووية الاسرائيلية لانتاج البلوتونيوم – مستندا على البيانات التى أذاعها الفنى الاسرائيلى موردخاى فعنونو لصحيفة الصن داى تايمز فى أكتوبر ١٩٨٦

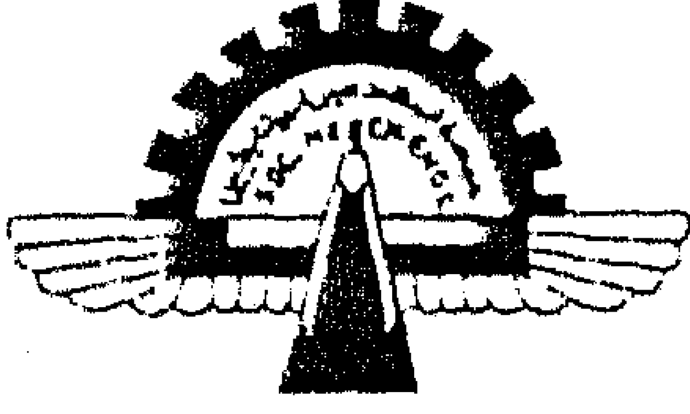


▲ *Fig . Trends in country average load factors (excluding countries with less than four units operating) for successive calendar years. The 1999 figures are for the 12 months to September 1999.*

شكل ٣ : متوسط معامل الحمل (مع استبعاد البلاد التى لديها أقل من ٤ محطات نووية)
من ١٩٨٢ – ١٩٩٠



شكل ٤ : توزيع المرافق النووية في الهند



جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

2/1

مدخل الى خلايا الوقود

أستاذ دكتور / سعد عوض فرج

مهندس / ماهر عزيز بدروس

بسم الله الرحمن الرحيم

مدخل إلى خلايا الوقود

خيار تكنولوجي جديد لتوليد الكهرباء والحفاظ على البيئة

أ.د. سعد عوض فرج

أستاذ الالات الحرارية – كلية الهندسة – جامعة القاهرة

مهندس / ماهر عزيز بدروس

مدير عام الدراسات البيئية شركة كهرباء مصر

مقدمــــة

يقدر الخبراء أن يتزايد عدد السكان فى العالم ليتجاوز عشرة بلايين نسمة مع الاقتراب من نهاية الربع الأول من القرن الواحد والعشرين ، وعلى طول مسار هذه الزيادة السكانية سيواجه العالم مشكلات لم يعهدها من قبل ، كنفاد الموارد الطبيعية وتدهور البيئة العالمية. وتحت هذه الظروف يصبح تطوير نظم جديدة للطاقة ذات كفاءة عالية وتنوع وقودى كبير ، ولاتصاحبها سوى أقل الآثار البيئية المحتملة أمراً لازماً شديد الإلحاح .

وفى مصر .. سيتماثل مأزق الطاقة المستقبلى فى الموقف العالمى للطاقة مع استمرار الزيادة السكانية وندرة مصادر الوقود الأحفورى وتزايد معدلات التلوث البيئى ، مما سيجعل من الحصول على وسيلة جديدة لإنتاج الطاقة تمتاز بالإتاحية الكبيرة والكفاءة العالية والعولية القياسية وضآلة التأثير البيئى أمراً مصيرياً لامناص منه .

---

* يتقدم كاتب هذا البحث بخالص الشكر والتقدير إلى معالى المهندس / مصطفى كمال صبرى وزير الكهرباء والطاقة الأسبق والأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج أستاذ الآلات الحرارية المتفرغ بكلية الهندسة جامعة القاهرة لتفضلهما بقراءة مسودة هذا البحث وإبداء العديد من الملاحظات الحاذقة عليه ، ويذكر بالفضل المراجع والدعم العلمى القيم الذى أمده به الأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج فى موضوع خلايا الوقود .

إن أملنا أن نجد بين أيدينا مصدرا للطاقة الكهربية يستطيع – حرفيا – أن يزيل ملايين الأطنان من الملوثات من صفحة السماء ، ويقلل بشكل جذرى مخاوف المستقبل من ندرة الوقود البترولى أو نضوبه .. مصدرا هادئا لا يزعج البتة ، وآمنا لا خطورة فيه ، ويمكن وضعه فى المدن شديدة الكثافة السكانية أو فى الفناء الخلفى لمنازلنا .. آلة بدون أجزاء متحركة تستطيع أن تمد بالطاقة الكهربية كل شئ بدءا من مرفق الكهرباء وحتى كل أشكال تحويل الطاقة .

بيد أن ذلك ليس وهما من أوهام الخيال العلمى ، ولكنه مصدر للقوى موجود الآن يسمى "خلايا الوقود" .

وخلية الوقود هى "أداة كيميائية لتوليد القوى الكهربية" تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية للوقود مباشرة إلى طاقة كهربية ، ولذا فهى مرشحة بقوة لمقابلة الطلب القادم المتزايد على الطاقة .

ويقدر الخبراء أن خلايا الوقود سوف تتاح لها أسواق واسعة فى المستقبل القريب ، حتى أن أحد بيوت الخبرة الاستشارية الأمريكية يقدر أن مبيعات خلايا الوقود قد تصل إلى حوالى ٣ بلايين دولار مع حلول عام ٢٠٠٢ بتسويق يقارب ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ ميجاوات فى السنة .

تلك هى خلايا الوقود التى تقدم هذه الورقة مدخلا للتنبيه إلى أهميتها والتشجيع نحو تنميتها كتكنولوجيا جديدة لتحويل الطاقة ذات أبعاد بيئية واقتصادية وتنموية ، بما يمثل أملا كبيرا لمصر فى مواجهة مستقبل تكتنفه تحفظات عديدة فى الإمداد بالطاقة اللازمة للحياة بكل صورها . وفيما يلى عرض موجز للجوانب التكنولوجية والصناعية والتطبيقية والاقتصادية والبيئية والمستقبلية لخلايا الوقود يعقبه توصيات لتطويع هذه التكنولوجيا للاستخدام بمصر .

أولاً : المصدر الأصلي لخلايا الوقود :

شيدت أول خلية وقود عام ١٨٣٩ بواسطة سير / وليام جروف القاضي البريطاني والعالم، بيد أن الاهتمام الحقيقي بخلايا الوقود كمولد عملي للكهرباء لم يبدأ قبل عقد الستينيات من القرن العشرين عندما اختار برنامج الفضاء الأمريكي خلايا الوقود كمصدر للطاقة الكهربية بسفن الفضاء مفضلاً إياها على القدرة النووية الأكثر عرضة للمخاطر والطاقة الشمسية ذات التكلفة الأعلى . ولقد أمدت خلايا الوقود بالطاقة الكهربية سفن الفضاء جيميني وأبوللو وغيرهما ، ولا تزال توفر كلاً من الكهرباء والماء لمركبات الفضاء .

على أنه في خلال الثلاثين عاماً الأخيرة تقدمت بحوث وتطويرات خلايا الوقود في دول عديدة باتساع العالم أجمع كاليابان وبلجيكا وألمانيا وكندا وإيطاليا وانجلترا وغيرها .. وشملت هذه البحوث والتطويرات مجالات الاستخدام المختلفة كتوليد الطاقة الكهربية والحرارة وتسيير مركبات النقل وغيرها .

ثانياً : كيف تعمل خلية الوقود :

خلية الوقود هي جهاز كهروكيميائي (كيميائي - كهربي) يحول طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة كهربية مباشرة ، وإذا كانت آلة الاحتراق النمطية تحرق وقوداً ، كالغاز الطبيعي، فتعطينا حركة دوارنية لتدير مولد الكهرباء ، فخلية الوقود تدمج كهروكيميائياً الوقود والهواء لتوليد الكهرباء بدون أجزاء متحركة ، والتفاعل في صورته البسيطة يمكن التعبير عنه كما يلي :

غاز طبيعي (غالباً الميثان CH_4) + هواء (أكسجين) =

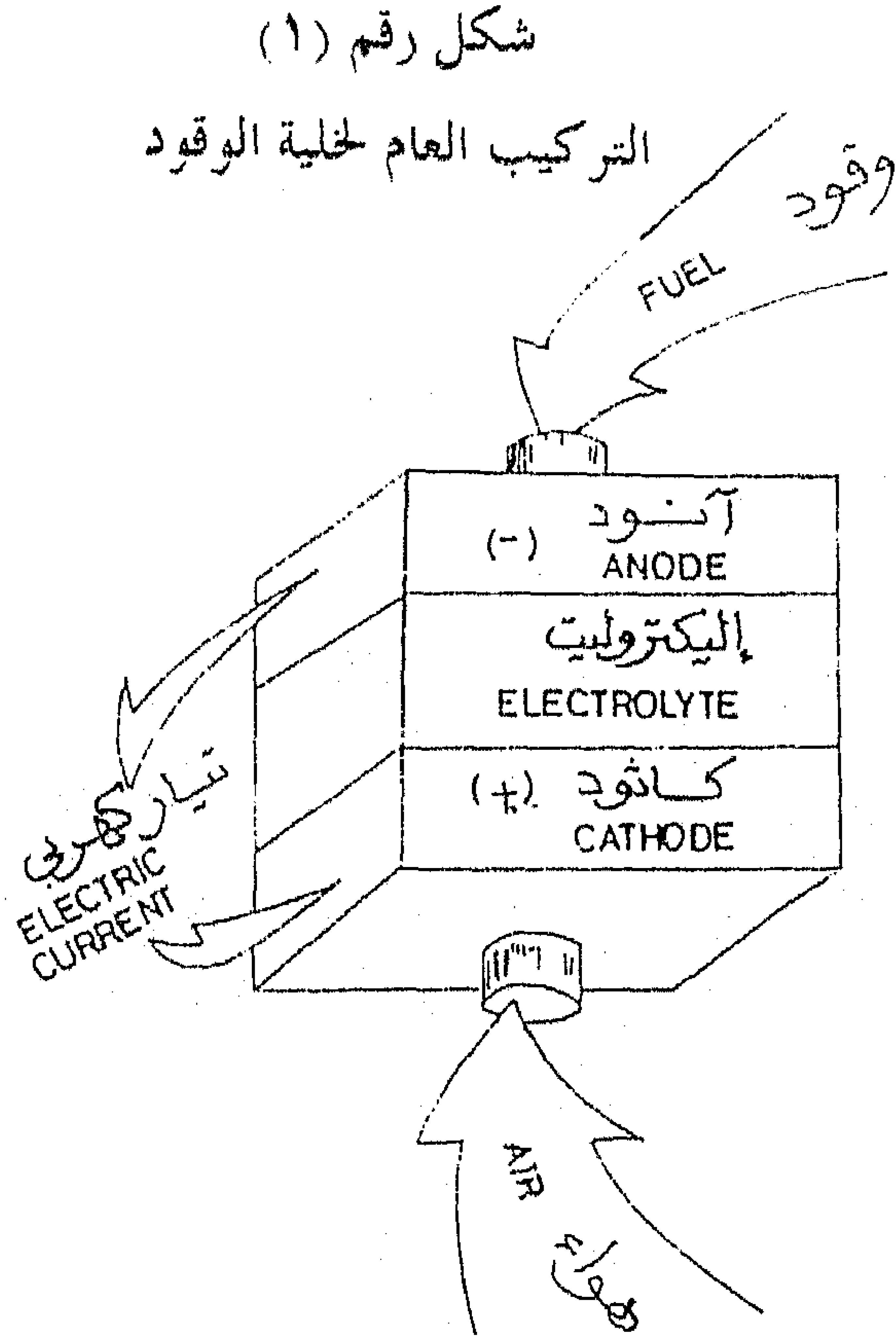
كهرباء + حرارة + ثاني أكسيد كربون (CO_2) + ماء

وتتطلب معظم خلايا الوقود استخلاص الهيدروجين من الميثان (CH_4) في عملية مستقلة ، وتشتمل خلية الوقود على قطبين (إلكترودين) مسامين يحتويان بينهما - كشطري الساندويتش - إلكتروليت ، فيجتاز الأكسجين أحد القطبين ويجتاز الهيدروجين القطب الآخر تحت ضغط مناسب

مولداً كهرباء وماء وحرارة وثاني أكسيد كربون . ويبين الشكل رقم (١) التركيب العام لخلية الوقود .

شكل رقم (١)

التركيب العام لخلية الوقود



ثالثاً : النظم المختلفة لخلايا الوقود :

تعتبر خلايا الوقود عائلة من التكنولوجيات التى تستخدم مواداً إليكتروليتية متنوعة ويختلف نوع عن آخر باختلاف الإلكتروليت ، وتعمل فى درجات حرارة مختلفة ، ولكل طراز منها نطاق مختلف من التطبيقات العملية .

وتشتمل الطرز الرئيسية لخلايا الوقود على خمسة أنواع تم تطويرها للتطبيقات المختلفة ، وذلك على النحو التالى :

١ـ خلايا الوقود ذات نظام حامض الفوسفوريك المركز

٢- خلايا الوقود ذات نظام البوليمرات الصلبة أو غشاء التبادل البروتوني .

٣- خلايا الوقود ذات نظام الكربونات القلوية المنصهرة .

٤- خلايا الوقود ذات نظام الزوركونيوم المستقر الصلب (الأكاسيد الصلبة) .

٥- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المائى المركز (المواد القلوية) .

ويوضح الجدول رقم (١) مجموعات الدول التى قطعت شوطاً كبيراً فى تطوير كل نوع من الأنـواع المذكورة من خلايا الوقود .

رابعاً : أنواع الوقود المستخدم لخلايا الوقود :

يمكن لخلايا الوقود أن تعزز التنوع فى مصادر الطاقة ، وتدعم كذلك التحول إلى المصادر المتجددة للطاقة . فعديد من أنواع الوقود كالهيدروجين – والميثانول (الكحول الميثيلى) – والإيثـانول – والغاز الطبيعى – والغاز البترولى المسيل (البوتاجاز) – والأمونيا المائية (النوشـادر) – والنافتـا – والكيروسين – ووقود المحركات النفاثة – والديزل – والبنـزين – والفحم المغيز يمكن استخدامها كوقود لخلايا الوقود . كذلك فالوقود اللازم لتوليد الطاقة الكهربية المولدة بخلايا الوقود يمكن أيضا توفيره من مصادر طاقة الكتلة الحيوية كغاز تخمير النفايات العضوية ، وأيضا بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى كطاقة الرياح والطاقة الشمسية (لإنتاج الهيدروجين) .

جدول رقم (١)

مجموعات الدول التى قطعت شوطاً كبيراً فى تطوير

الطرز المختلف لخلايا الوقود

طراز خلية الوقود	البلاد التى تطور خلايا الوقود
خلايا وقود حامض الفوسفوريك المركز	البرازيل ، مفوضية الاتحاد الأوروبى ، فرنسا ، ألمانيا ، الهند، إيطاليا ، اليابان ، كوريا ، هولندا ، السويد ، تايوان، انجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .
خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتونى	البرازيل ، كندا ، فرنسا ، ألمانيا ، إيطاليا ، روسيا ، انجلترا، الولايات المتحدة .
خلايا وقود الكربونات القلوية المنصهرة	مفوضية الاتحاد الأوروبى ، فرنسا ، ألمانيا ، إيطاليا ، اليابان ، هولندا ، أسبانيا ، السويد ، تايوان ، انجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .
خلايا وقود الأكاسيد الصلبة	مفوضية الاتحاد الأوروبى ، الدانمرك ، إيطاليا ، اليابان ، هولندا ، سويسرا ، تايوان ، الولايات المتحدة الأمريكية .
خلايا الوقود ذات المواد القلوية	بلجيكا ، الصين ، فنلندا ، فرنسا ، ألمانيا ، السويد ، انجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .

خامساً : المزايا البيئية ومزايا الطاقة والمزايا الاقتصادية لخلايا الوقود :

خلايا الوقود يمكنها أن تقلل بشكل جذرى تلوث الهواء بالمناطق الحضرية ، وتقلل استخدامات البترول ، وتنتج الكثير من فرص العمل . كذلك تختلف خلايا الوقود عن آلات الاحتراق الداخلى والتربينات والآلات الحرارية الأخرى فى ثلاثة اعتبارات رئيسية هى :

١- تنتج خلايا الوقود الطاقة الكهربية دون احتراق كيميائى ، وهى لذلك أنظف جدا عما يمكن أن تكون عليه الآلات الحرارية على الإطلاق .

٢-لاتخضع خلايا الوقود للقوانين الأساسية للديناميكا الحرارية ، التى تحد من الكفاءة القصوى للتربينات وآلات الاحتراق الداخلى .. فكفاءة خلايا الوقود تبلغ ضعف الكفاءة الحالية للآلات الحرارية فى كثير من الأحوال .

٣-لا تشتمل خلايا الوقود على أجزاء متحركة ، وهى لذلك أكثر هدوءا ، وتتمتع بعولية أكبر (أى يمكن الاعتماد عليها بشكل أفضل) ، كما لا تحتاج سوى إلى أقل القليل من أعمال الصيانة التى تحتاجها عادة الأجزاء الدوارة أو الأجزاء الترددية ، ذات السرعات العالية فى التربينات وآلات الاحتراق الداخلى .

وفيما يلى تفصيل لبعض المزايا التى تمتاز بها خلايا الوقود بيئيا وطاقويا واقتصاديا .

١. المزايا البيئية :

إذا ما استخدم الهيدروجين كوقود فإن الانبعاثات الصادرة عن خلايا الوقود تزول تماما ، وهى الحالة المسماة "الانبعاث – صفر " Zero Emission ، أما إذا ما استخدم الميثانول أو أى وقود بديل فى التشغيل فإن خلايا الوقود يمكنها إحراز مستويات من الانبعاثات لكل من ثانى أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والغازات العضوية غير الميثانية أقل بكثير مما تحدد بواسطة أكثر المعايير البيئية تشددا فى العالم .

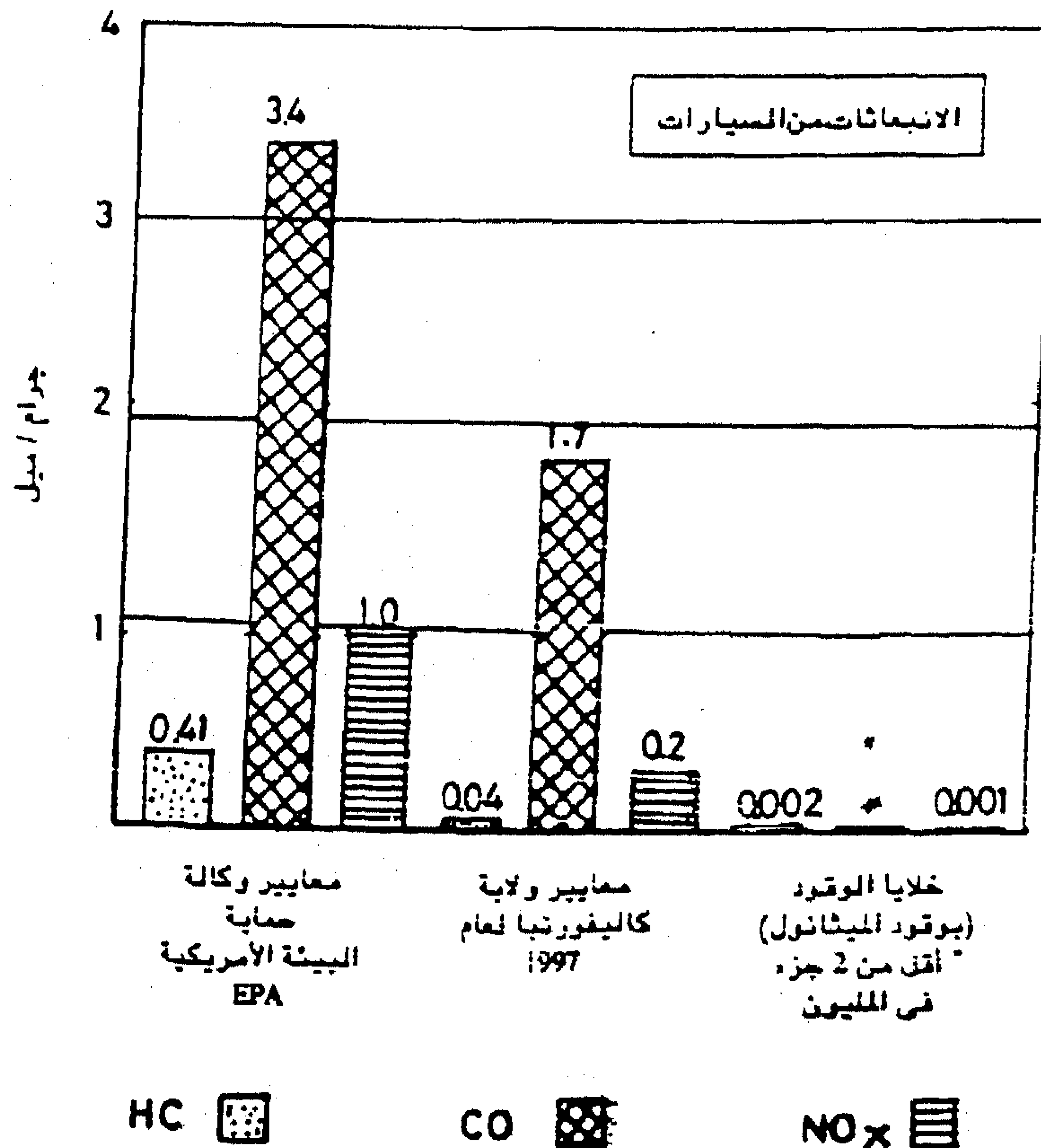
ويكفى للتدليل على ذلك أن نذكر أن إحلال ١٠% فقط من المركبات الخفيفة لتعمل بخلايا الوقود فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها يؤدى إلى تجنب مايزيد على مليون طن سنويا من الانبعاثات الملوثة للهواء ويخفض انبعاثات ثانى أكسيد الكربون المسبب لظاهرة الاحتباس الحرارى الجوى (المسمى بظاهرة الصوب الزجاجية) بمقدار ٦٠ مليون طن سنويا ، أى بقيمة تساوى ٥% من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون المقدرة بالولايات المتحدة الأمريكية لعام

٢٠٠٧ ، فضلاً عن توفير حوالى ٨٠٠ ألف برميل بترول مستورد يومياً بما يعادل حوالى ١٣% من الاستيراد الكلى من البترول للولايات المتحدة الأمريكية ، ويوضح الشكل رقم (٢) الامتياز البيئى لخلايا الوقود بالنسبة لبعض ملوثات الهواء .

كذلك ينبعث عن مقالب القمامة مركبات الكبريت ومركبات الكلوريين وعشرات من المركبات العضوية ، والمدخل التقليدى للتحكم فيها هو تجميع هذه الانبعاثات وإشعالها ؛ غير أن خلايا الوقود تقدم بديلاً أنظف كثيراً وأعلى كفاءة ، ففى المناطق التى يمكن أن تستغل فيها الحرارة الناتجة من خلايا الوقود لصالح وحدات منشأة بالقرب من مقالب القمامة ، يمكن لخلايا الوقود أن تستخدم أكثر من ٨٠% من الطاقة الكامنة فى الغازات المنبعثة . والنتيجة هى نظام يقلل بشكل جذرى جميع الانبعاثات الملوثة ، وينتج قوى كهربية وحرارة يستفاد بهما بأقل نسبة انبعاثات ممكنة .

شكل رقم (٢)

تمتاز خلايا الوقود بيئيا بالقياس إلى معايير حماية البيئة من تلوث الهواء



٢. مزايا محطات القوى الكهربية بخلايا الوقود المباشرة

تقدم خلايا الوقود فى مضمار محطات توليد القوى الكهربية مزايا غير مسبوقة من حيث النظافة البيئية ، والجوانب الفنية للطاقة ، والاقتصاد . وفيما يلى أهم هذه المميزات :

* الكفاءة العالية

يمكن لخلايا الوقود توليد الكهرباء بكفاءة عالية جداً من أحجام صغيرة نسبياً ، وعلى سبيل المثال تبلغ كفاءة وحدة ذات قدرة ٢ ميجاوات حوالى ٧٠% – ٨٠%، فى حين تبلغ متوسط الكفاءة لوحدات توليد الكهرباء التى تحرق الوقود الأحفورى حوالى ٣٥% .

* مرونة استخدام الوقود

يمكن لخلايا الوقود أن تستخدم أنواعاً متعددة من الوقود كالغاز الطبيعى ، والغاز المستخرج من الفحم ، والإيثانول والميثانول ، وغاز المخمرات العضوية أو مقالب القمامة ، ووقود الديزل ... إلخ .

* انخفاض الانبعاثات الضارة من محطات القوى

لا تحمل خلايا الوقود معها – كما ذكرنا – احتمالات التلوث الضارة أو الضوضاء، كذلك تنخفض بشكل جذرى انبعاثات ثانى أكسيد الكربون ، كما أن الخطوط الأصغر لنقل القوى الكهربية المستخدمة معها ستقلل من مخاطر إشعاعات المجالات الكهرومغناطيسية .

* التقليل من القدرة غير الفعالة

يمكن لمحطة التوليد الكهربية بخلايا الوقود أن تغذى الشبكة الكهربية بقدرة كهربية فعالة غير مصحوبة سوى بأقل نسبة ممكنة من القدرة غير الفعالة وذلك سواء كانت سابقة أو متأخرة Leading or Lagging VARs .

* المقياسية (النمطية أو الموديولية) Modularity

نظراً للقابلية التكرارية على مثال النموذج الأصلى (وهى ما يسمى بالنمطية أو الموديولية) التى تتميز بها خلايا الوقود فإن الآماد الزمنية الطويلة قبل الإنشاء ليست مطلوبة فى

عملية التخطيط المستقبلى للقدرات الكهربية المضافة ، بل يسمح ذلك بآفاق تخطيطية أقصر .

*** القوى الكهربية الموزعة Distributed Power**

تؤدى القوى الكهربية المنقولة من مراكز توليد متفرقة أو موزعة جغرافيا إلى استخدام مقننات أصغر من القدرات الكهربية المولدة عند مراكز الأحمال أو بالقرب منها ، وبالتالى إلى تقليص الحاجة إلى توسيع سعات النقل والتوزيع الكهربى .

وتعتبر خلايا الوقود فريدة فى ضم مزايا الأداء والمزايا البيئية معا فى تطبيقات التوليد الكهربى الموزع ، وهى قد تصبح عاملا حاسما فى تمكين مرافق الكهرباء من تنفيذ استراتيجية الإمداد بالكهرباء عن طريق القوى الكهربية الموزعة Distributed Power Strategy مما يوفر الوقت والمال فى عملية الحصول على الترخيصات اللازمة لتشييد مرافق النقل الكهربى ، ويقلل من فواقد النقل والتوزيع .

*** التخطيط التكاملى للموارد Integrated Resource Planning**

يؤثر التخطيط التكاملى للموارد فى إضافة زيادات صغيرة من التكنولوجيات المستخدمة للقوى الكهربية مع تأثيرات بيئية منخفضة أو يمكن إهمالها . ويتزايد إدراك خلايا الوقود باعتبارها ذات ملاءمة مثالية لمقابلة هذه الاحتياجات .

*** إعادة تجديد القدرة الكهربية Repowering**

تتضمن إعادة تجديد القدرة الكهربية تكهين وحدات توليد القوى الكهربية المتقادمة، وإعادة استخدام الموقع وإحلال وتجديد بعض المكونات (على سبيل المثال : المولد أو التربينة البخارية) وإضافة مكونات جديدة . وتعتبر الخصائص البيئية الحميدة لخلايا الوقود والاحتياجات الفراغية الصغيرة المطلوبة لتشييدها شديدة الجاذبية فى حالة إعادة تجديد القدرة الكهربية ، على الأخص بالنسبة لمحطات القوى الواقعة فى المناطق الحضرية .

٣. المزايا الاقتصادية

أظهرت الدراسات أن كل ١٠٠٠ ميجاوات من قدرات خلايا الوقود يمكن أن تترجم إلى ما يربو على ٥٠٠٠ فرصة عمالة ماهرة بمراحل التصنيع حتى التشغيل النهائى ، وتشكل صادرات البترول فى حالات كثيرة مصدرا أساسيا من مصادر الدخل القومى ، ولذا فأى تقليص للاستخدام المحلى للبترول فى الدول المنتجة له يعنى إتاحة كميات أكبر للتصدير وزيادة فى الدخل القومى من النقد الأجنبى .

وتركيب محطة خلايا الوقود سوف يوقع مخاطر أقل لرأس المال عما يوقعه تركيب محطة أكبر تستخدم الفحم كوقود أو تشتغل بالقدرة النووية ، والموديولات يمكن أن تضاف عندما يتزايد الطلب على الطاقة ؛ كذلك فالحجم الفيزيقى لخلايا الوقود يجعل من اختيار مواقعها أمرا أيسر بكثير .

سادسا : استخدام خلايا الوقود فى التوليد الكهربى والحرارى والنقل :

١. التجربة الأمريكية

(أ)التوليد الكهربى والحرارى

تم فى أوائل الثمانينيات تركيب وحدة تجريبية سعة واحد ميجاوات فى ولاية كونكتيكات وأخرى سعتها ٤٫٨ ميجاوات (كهربى) فى ولاية نيويورك بالتعاون المشترك بين إدارة الطاقة الأمريكية (وزارة الطاقة) (DOE) ومعهد أبحاث الكهرباء الأمريكى (EPRI) وشركة يونيتد تكنولوجى (UTC) .

وقد قامت شركة وستينجهاوس بتنفيذ وحدة تجارية تعمل وفقا لنظام تبريد الغاز لخلايا الوقود ذات حامض الفوسفوريك بقدرة ٧,٥ ميجاوات (تيار كهربى مباشر DC) ، تستخدم وقود الميثانول لتصنيع الهيدروجين اللازم لتشغيل الخلايا .

وقد بينت كثير من المشروعات التجريبية مزايا استخدام خلايا حامض الفوسفوريك فى نظام التوليد المشترك أيضا ، حيث تمت الاستفادة بالحرارة الناتجة فى أغراض التسخين المختلفة فى المنشآت التجارية أو الصناعية بحيث أمكن أن ترتفع كفاءة الاستخدام إلى نحو ٩٠% . وبسبب أن خلايا الوقود خالية تماما من احتمالات تلوث الجو ولا تحدث أى ضوضاء فيمكن وضعها فى مناطق الإسكان الكثيفة بدون أية مشكلات .

كذلك بينت تطبيقات عديدة أن استخدام خلايا الكربونات المنصهرة فى نظم التوليد المشترك فى بعض الوحدات الصناعية يحقق وفرا صافيا فى الطاقة يتراوح بين ٣٥% و ٥٠%.

ولقد جددت وزارة الدفاع تعاقداتها لشراء وحدات توليد مشترك ذات قدرات تبلغ ٢٠٠ كيلووات للوحدة ، كما أتاح الكونجرس التمويل اللازم لبرنامج "خفض السعر الحالى لخلايا الوقود" ، والذى بدأ تطبيقه مع نهاية عام ١٩٩٦ .

وحيث تعتبر خلايا الوقود تكنولوجيا واعدة للتوليد الكهربى الموزع ، الموديولى ، الكفء ، الخالى من الضوضاء .. فقد أمكن تشغيل وحدة خلايا وقود الكربونات المباشرة Direct Carbonate Fuel Cell (DCF) من إبداع شركة بحوث الطاقة Energy Research Corporation (ERC) ذات قدرة ٢ ميجاوات فى سانتا كلارا بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٦ ، وهى تطبيق متقدم على خلايا الوقود ذات حامض الفوسفوريك ، ولها خصائص تجعلها واعدة للغاية فى الانخفاض بتكلفة إنتاج خلايا الوقود فى المستقبل القريب جدا ، كما أنها تطوير لخلايا الوقود ذات الكربونات المنصهرة ، حيث أنها تمتاز بأن مرحلة تجهيز الوقود متكاملة مع الخلية بدلا من كونها عملية منفصلة ، مما يلغى مرحلة زائدة مكلفة لتفاعل التوليد الكهربى ، كما يزيد الكفاءة الكلية ، وذلك فضلا عن أن تبسيط تشغيل المنظومة يزيد من عوليتها بالمقارنة بالأنواع الأخرى من خلايا الوقود .

وجدير بالذكر أن هذا المشروع قد تم بالتعاون بين القطاعين العام والخاص الأمريكيين باستثمارات بلغت ٢٨ مليون دولار في المشروع .

وتعتبر محطة خلايا وقود سانتا كلارا أساساً لتوسع تجارى كبير مستقبلى لخلايا الوقود ، والخطوة التالية هى الإمداد بواحدات قدرة ٣ ميجاوات (تيار مستمر) ، لمرحلة ما قبل الانتشار التجارى عام ١٩٩٩ ، لتوليد ٢,٨٥ ميجاوات (تيار متردد) حيث من المتوقع أن يبلغ المعدل الحرارى Heat Rate لهذه الوحدات ٦٧٠٠ كيلوجول / كيلووات ساعة عند تشغيلها بالغاز الطبيعى كوقود ، والتى لن تكون مقيدة بالتشغيل بالغاز الطبيعى فقط بل سيكون بإمكانها استخدام أنواع الوقود الأخرى كالميثانول والإيثانول والبيوجاز أو البروبان . وتوجد مؤشرات على أنه فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ، فإن الاحتمالات المبكرة لسوق خلايا الوقود تصل إلى حوالى قدرة ١٠٠٠٠ ميجاوات فى العام . ويعطى الجدول رقم (٢) خصائص الدخول للسوق لخلايا الوقود ذات الكربونات المباشرة .

(ب) النقـــــل :

يعتبر أول إظهار تجريبى حقيقى لمركبة تستخدم خلايا الوقود الأوتوبيس الذى قدمته الشركة الكندية "بالارد لنظم القوى" عام ١٩٩٣ ، وكان يدار بواسطة مصفوفات من خلايا الوقود يبلغ مقدار الوحدة منها ٢٠ خلية وقود . ويجرى على الطرق حالياً الاختبار التطبيقى للجيل الثانى من أتوبيس "بالارد" . كذلك قامت إدارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية ببناء ثلاثة أوتوبيسات تستخدم تكنولوجيا مختلفة لخلايا الوقود عما تستخدمه شركة "بالارد" .

جدول رقم (٢)
خصائص الدخول للسوق لخلايا الوقود
ذات الكربونات المباشرة

– طرز الخدمة	حمل أساس وتوليد مشترك
– مدى معدل القدرة	٢٨٥٠ كيلووات ٤,٨ كيلوفولت إلى ١٢ كيلوفولت
– أقل حمل	٥٠٪
– الأبعاد / Footprint	٤٠٠ متر مربع
– خيارات الوقود	الغاز الطبيعي ، الوقود السائل
– ضغط دخول الوقود	١,٠٣ ضغط جو
– الصوت (الضوضاء)	٦٠ ديسيبل (A) على بعد ٩ أمتار
– الانبعاثات (بدون تحكم فيها)	
• أكاسيد النيتروجين (NOx)	٠,٠٠٠٢ كجم / ميجاوات ساعة
• أول أكسيد الكربون (CO)	صفر كجم / ميجاوات ساعة
• أكاسيد الكبريت (SOx)	٠,٠٠١ كجم / ميجاوات ساعة
• ثاني أكسيد الكربون (CO2)	٤٠٥ كجم / ميجاوات ساعة
– الماء المساعد	١١٣٥ لتر / ساعة
– حرارة العادم	٣٧٠ درجة مئوية
– الخرج الحرارى للمنظومة	١٢٩٠ كيلوجول / كيلووات ساعة
– معدل استهلاك الوقود لتوليد الكهرباء	٦٧٠٠ كليو جول / كيلووات ساعة (LHV) عند بدء التشغيل ٧٣٨٥ كليو جول / كيلووات ساعة (LHV) عند ٤٠٠٠٠ ساعة تشغيل
– كفاءة التوليد الكهربى	٥٣,٧٪ (LHV) عند بدء التشغيل
– إتاحية المحطة	٦٥ – ٩٠٪
– التكلفة الاستثمارية الكلية للمحطة	١٧٠٠ دولار / كيلووات (تكلفة الوحدة المستهدفة لدخول السوق) ١٢٠٠ دولار / كيلووات (تكلفة الوحدة المستهدفة للتسويق التجارى)
– التكلفة الجارية والصيانة	١,٩ – ٣,٥ دولار / ميجاوات ساعة (لاتشتمل على إحلال مصفوفة خلايا الوقود)
– الوقت اللازم للتصميم والترخيص	٢ سنة
– التاريخ المقدر لإتاحة التكنولوجيا للتسويق التجارى	عام ٢٠٠٣ للتسويق التجارى

وفى مايو عام ١٩٩٦ أمكن لشركة "دايملربنز" الألمانية أن تميط اللثام عن الجيل الثانى من مركبتها المدارة بخلايا الوقود ، وهى الميكروباص المسمى "نيكـــار (٢)" ENCAR II ، ولقـــد انتـــهت الشركة إلى نتيجة مؤداها أن المشكلات الفنية المبدئية لاستخدامات خلايا الوقود فى الســـيارات يمكن حلها جميعاً ، كما أكدت دراسة حديثة لشركة جنرال موتورز أن آلات سيارات خلايـــا الوقود يمكن إنتاجها بنفس الأسعار التى تنتج بها آلات الاحتراق الداخلى .

وتعتبر خلايا وقود غشاء تبادل البروتونات هى الأرجـــح اســتخداماً فى المركبـــات الخفيفـــة كالسيارات والميكروباصات ، وهى تتميز بعمر تشغيلى يقدر على الأقل بحوالـــــــــى ٠٠٠ ٥ إلى ٠٠٠ ١٠ ساعة ، والتى تعادل بحوالى ٠٠٠ ١٠٠ إلى ٠٠٠ ٢٠٠ ميل .

مستقبل خلايا الوقود بالولايات المتحدة الأمريكية :

توجـــــد حالياً برامج عديدة للتطوير المستقبلى لخلايا الوقود يقوم بها " معهد التكنولوجيـــات الواعدة " ، وهى تهدف فى جملتها إلى :

- تقوية تفهم العامة وصناع السياسات وتقبلهم لخلايا الوقود وتكنولوجيات الطاقة الأخـــرى ذات " الانبعاث – صفر " أو القريبة من " الانبعاث – صفر " .
- دعم الاستخدام المبكر لتكنولوجيات الطاقة المتقدمة من خلال مشروعات الإظهار التجريـــبى والترويج التجارى المبكر بواسطة الوكالات والهيئات الحكومية وعن طريق أية وسائل أخـــرى ممكنة .
- تعـــزيز تقبل مشغلى التكنولوجيات ، والعامة من خلال التعليم والتدريب والخبرة .
- تعزيز البيئة القانونية والتنظيمية الملائمة لخلايا الوقود ونظم الطاقة المتقدمة .

٢. التـــــجربة اليابانيـــــــة

(أ) التوليد الكهربى والحرارى

بدأ تطوير خلايا الوقود ذات الكربونات المنصهرة فى اليابان من مرحلة الدراسات الأساسية عام ١٩٨١ كجزء من " برنامج ضياء القمر " (برنامج "أشعة الشمس الجديدة" حالياً) ثم مالبثت أن تقدمت بشكل لافت للنظر ، ولقد بدأت مرحلة جديدة للتطوير ، يتم فيها خلال عـــام ١٩٩٧ التحقق من المنظومة الرئيسية من خلال عملية اختبار محطة قوى ريادية من مصفوفات خلايـــا الوقود ذات مرتبة ١٠٠٠ كيلووات ، كذلك فلقد نجحت الشركات اليابانية فى تصنيع مصفوفة خلايا وقود تعطى خرجاً أقصى مقداره ١٢٩ كيلووات لأول مرة فى العالم مـــن النـــوع ذى الكربونات المنصهرة ، وهى تشارك حالياً فى برنامج لتطوير مصفوفة خلايا وقود مـــن مرتبـــة ١٠٠٠ كيلووات من النوع ذى الكربونات المنصهرة كذلك ، وتمتاز هذه الخلايـــا بـــالميزات الثلاث الجوهرية لخلايا الوقود ؛ ألا وهى الكفاءة العالية ، والتنـــوع فى اســتخدام الوقـــود ، والانبعاثات المنخفضة ، فضلاً عن ميزة المرونة الكاملة فى اختيار مواقع محطاتها .

وتقوم " منظمة تنمية الطاقة الجديدة والتكنولوجيا الصناعية " (NEDO) اليابانية بجهود متواصلة لتطوير خلايا الوقود ، ويشتمل برنامج التطوير الحالى على إنتاج محطة رياديـــة قـــدرة واحـــد ميجاوات من مصفوفة خلايا وقود من النوع ذى الكربونات المنصهرة مع نهاية عـــام ١٩٩٧ ، وقد مرت برامج التطوير التى تدفعها هذه المنظمة فى عدة مراحل منذ عام ١٩٨١ كما يتضـــح بالجدول رقم (٣) .

(ب) النقـــــــل :

فى مجال استخدام خلايا الوقود فى النقل رصدت الحكومة اليابانية مبلغ مليارى دولار لمشـروع " الشبكة النظيفة للطاقة المستخدمة للتحول الهيدروجينى " ، والذى تمثل خلايا الوقود فيه جـــزءاً رئيسياً شديد الأهمية .

برامج "منظمة تنمية الطاقة الجديدة والتكنولوجيا الصناعية " (NEDO)

اليابانية لإنتاج خلايا الوقود

	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧
خلايا وقود ذات حامض الفوسفوريك	بحوث أساسية	تطوير (محطة ريادية) (٢٠٠ كيلووات ، ١ ميجاوات)								التحقق العملي (١ ميجاوات ، ٥ ميجاوات)							
خلايا الوقود ذات الكربونات المنصهرة			تطوير (١) (١٠ كيلووات)				تطوير (٢) (١٠٠ كيلووات)						محطة ريادية (١ ميجاوات)				
خلايا الوقود ذات الأكسيد الصلب									بحوث أساسية (١) (١٠٠ وات)			بحوث أساسية (٢) (مرتبة كيلووات واحد)					
خلايا الوقود ذات الإليكتروليت البوليمرى												بحوث أساسية (١) (مرتبة كيلووات واحد)				بحوث أساسية (٢) (مرتبة ١٠ كيلووات)	

كذلك فلقد دعمت الحكومة اليابانية عام ١٩٩٢ برنامجاً قومياً لتطوير خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتونى للتطبيق فى مجال النقل ، كما أبرمت عام ١٩٩٣ عقوداً كبيرة لتطوير خلايا الوقود على مدى سنوات عديدة ، وذلك فضلاً عن أن معظم شركات السيارات اليابانية تدير حالياً برامج شديدة الفعالية لبحوث وتطوير خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتونى .

مستقبل خلايا الوقود فى اليابان :

تسعى " منظمة تنمية الطاقة الجديدة والتكنولوجيا الصناعية " اليابانية حالياً فى مجال خلايا الوقود إلى تحقيق ما يلى :

- مواصلة البحوث الأساسية وتركيم الخبرة التشغيلية لأجل تطوير تكنولوجيا خلايا الوقود.
- تأسيس عولية نظم خلايا الوقود وتعظيم قدرتها على التحمل .
- تكثيف التعاون الدولى فى مجال خلايا الوقود للتعجيل بإحراز تقدم أكبر فى هذا المجال .

ويعطى الجدول رقم (٤) تخطيطاً مستقبلياً لتطور خلايا الوقود فى اليابان حتى عام ٢٠١٠ ، حيث يتضح منه أن الانتشار التجارى الكامل لمحطات القوى الكهربية ذات القدرات الكبيرة من المخطط أن يتم فى خلال حوالى عقد واحد من الزمان ، مما سيؤدى إلى ثورة حقيقية فى عالم محطات القوى الكهربية التقليدية ذات الوقود الأحفورى السائدة حالياً .

جدول رقم (٤)

مستقبل خلايا الوقود فى التجربة اليابانية

١٩٩٣	١٩٩٥	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠١٠

محطة ريادية من مرتبة ١٠٠٠ كيلووات

محطة إظهار تجريبى من مرتبة ١٠ – ٥٠ * ميجاوات

التسويق التجارى للمحطات

تطوير مصفوفة وحدات ذات أعمار طويلة الأمد

تحقيق وتأكيد مصفوفة الوحدات ذات الأعمار طويلة الأمد

تطوير وحدات ذات كثافة قدرة عالية وتكلفة منخفضة

غاز طبيعى مسيل

غاز الفحم

تطوير تكنولوجيا الفحم المغيز الغازية

تطوير محطة توليد قوى كهربية ريادية مركبة بتكامل الفحم المغيز والكربونات المنصهرة **

تطوير مكونات المنظومة

تطوير وحدات ذات أداء عالى

تطوير تكنولوجيا الفحم المغير الغازية

* محطة قوى كهربية تعمل خلاياها بالغاز الطبيعى المسيل والكربونات المنصرة من مرتبة ٥٠ ميجاوات .
– الكفاءة النهائية للمحطة : ٥٤,٥ ٪ – مساحة المحطة : ٠,٢٥ متر٢ / ميجاوات (مع حزام أخضر)

** محطة قوى مركبة بتكامل الفحم المغيز والكربونات المنصهرة من مرتبة ١٠٠٠ ميجاوات
– الكفاءة النهائية للمحطة : ٥٠٪ – مساحة المحطة : ٠,٥٥ متر ٢ / ميجاوات (مع حزام أخضر)

سابعاً : الدعم الحكومي لتطور خلايا الوقود :

لا تزال خلايا الوقود تكنولوجيا حديثة العهد ، وأكبر المشكلات التي تواجهها هي أنها لا تزال ذات تكلفة عالية نسبياً ، وأحد أسباب ذلك أنها لم يتم إنتاجها بعد بالكميات التي تسمح باقتصاديات الحجم ، وكذلك كان الحال مع السيارة فورد موديل T في الولايات المتحدة الأمريكية عندما كانت في أول عهدها ، ولكن مع الإنتاج الكبير صارت السيارة فورد موديل T في متناول الأسرة المتوسطة .

ولقد حددت اليابان عام ١٩٩١ هدف بلوغ قدرة مركبة قدرها حوالى ٨٣٠٠ ميجاوات بحلول عام ٢٠١٠ . وقد ساعد هذا البرنامج اليابانى على تشييد أكبر وحدة خلايا وقود شغالة فى العالم الآن تبلغ قدرتها ١١ ميجاوات بمرفق كهرباء طوكيو .

وتنفق إدارة الولايات المتحدة الأمريكية للطاقة الآن حوالى ٥٠ مليون دولار على البحوث فى مجال خلايا الوقود ، وذلك فضلاً عن إنفاق ٢٠ مليون دولار على تطبيقات خلايا الوقود فى مجال النقل .

وخصصت إدارة (وزارة) الدفاع بالولايات المتحدة الأمريكية حالياً مبلغ ٢٤ مليون دولار لشراء محطات قوى بخلايا الوقود لمستوى الإظهار التجريبى ، حيث تم تركيب أول محطة قوى منها فى قاعدة طيران فاندين برج بولاية كاليفورنيا . كذلك تقوم إدارة النقل حالياً ببرنامج بحثى كبير على خلايا الوقود .

والواقع أن الحكومات مناط بها اتخاذ خطوات ثلاث للعون على الدخول فى مستوى الانتشار التجارى لخلايا الوقود مع السنوات القليلة القادمة ، هذه الخطوات الثلاث هى :

١- إتاحة زيادات كبرى مطلوبة فى موازنات البحوث والتطوير بإدارات الطاقة والنقل .
٢- اتخاذ الخطوة الأولى لشراء الوحدات التجارية المبكرة من خلايا الوقود وشراء مركبات خلايا الوقود التجريبية .
٣- تطوير برنامج للمساعدة على خفض أسعار بيع الوحدات الأولى المركبة بواسطة مرافق الكهرباء فى أنحاء البلاد .

ثامناً : مصر وخلايا الوقود :

يمن الله على مصر باكتشافات جديدة متتابعة لحقول الغاز الطبيعى وحقول البترول ، ورغم ذلك فالطلب المتزايد على الطاقة المصاحب للتنمية المتواصلة وللزيادة السكانية المستمرة ، يجعل من المخزونات المتوافرة بأرض مصر من الغاز الطبيعى والبترول كافية لمقابلة الطلب عليها فى المدى القريب والمتوسط ، على أفضل التقديرات .

وحتى فى هذا الإطار ، فالنظر إلى هذه الثروة الكامنة بمصر من مصادر الطاقة البترولية وطاقة الغاز الطبيعى من منظور الاقتصاد الكلى الشامل ، يجعل الأولوية لاستخدامها كمصدر استراتيجى من مصادر الدخل القومى ، ويؤكد – من ثم – ضرورة التطلع إلى مصادر أخرى للطاقة .

وهنا تبرز خلايا الوقود كخيار جديد لمصر فى عالم الطاقة بمزاياها الفريدة من الإقلال إلى درجة كبيرة من التلوث البيئى وانعدام الضوضاء ، والكفاءة العالية فى استخدام الوقود ، والعولية القياسية، والإتاحية المثلى ، والمرونة الكبيرة فى استخدام نطاق عريض من أنواع الوقود بدءاً من الهيدروجين ومروراً بالميثانول والإيثانول والغاز الطبيعى وغازات تخمير المخلفات البلدية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية ، وانتهاء بغاز الفحم أو الفحم المغيز ؛ وذلك فضلاً عن مزاياها الأخرى فى التوليد

الكهربى الموزع سواء فى حرم الشبكة القومية الموحدة أو فى الأماكن النائية ، وتقليص خطوط النقل والتوزيع ومن ثم تقليص فواقد النقل والتوزيع ، والتخطيط التكاملى لمصادر الطاقة ، وإعادة تجديد القدرات المركبة ، والتوليد المشترك للحرارة والكهرباء ؛ وذلك إلى جانب كونها خياراً غير تقليدى للطاقة اللازمة للنقل بوصفها أداة توليد طاقة للنقل بمستوى " انبعاثات - صفر " (فى حالة وقود الهيدروجين) مما سيحسن من جودة هواء المدن والحضر إلى درجة لم تكن فى أحلام أكثر المتطلعين إلى بيئة نظيفة لعالمنا الذى نعيش فيه ، كما سيوفر طاقة بترولية مستهلكة فى النقل بلغت عام ١٩٩٩/٩٨ حوالى ٩,١١٣ مليون طن بترول مكافئ ، أى بنسبة حوالى ٣٨,٣% من إجمالى استهلاك الطاقة البترولية بمصر فى هذا العام .

وليس ذلك فحسب .. فمزايا اقتصادية كثيرة ستعود على الاقتصاد القومى ممثلة فى القيمة المضافة التى ستستدخلها صناعة خلايا الوقود بمصر ، والقوى العاملة الكبيرة التى ستتسبب فى تشغيلها ، والعائد الاقتصادى الكبير الناتج عن تنويع سبل توفير الطاقة ورفع مستوى كفاءتها .

وتوجد بمصر حالياً ، فضلاً عن المخزون الوفير نسبياً من الغاز الطبيعى ، مصادر كبيرة نسبياً لغاز الهيدروجين ، حيث تستخدم أجهزة التقويم (معيدات التشكيل) Reformers بمصانع السماد والبتروكيماويات لإنتاج كميات ضخمة من الهيدروجين ، كذلك تستخدم النظم الإليكتروليتية التى يتولد عنها كميات كبيرة من الهيدروجين كما فى مصانع كيما للكيماويات .

أما بالنسبة لخلايا الوقود ففى عدد كبير من المعاهد البحثية سواء فى الجامعات (جامعة القاهرة على الخصوص) أو غيرها (المركز القومى للبحوث خاصة) تتم بحوث متنوعة فى مجال تكنولوجيا خلايا الوقود ، ولذا تعتبر مصر فى وضع ملائم لاستدخال تكنولوجيا خلايا الوقود وتمثلها والإفادة بها

وفى إطار استخدام تكنولوجيا خلايا الوقود فى قطاع النقل قام جهاز شئون البيئة بالتعاون مع برنامج مرفق البيئة العالمى GEF بإعداد دراسة جدوى فنية اقتصادية للتطبيق التجريبى لتسيير ثمانية أوتوبيسات بخلايا الوقود فى القاهرة الكبرى ، وقد بينت الدراسة الجدوى العالية لهذا المشروع

الريادى الذى يستهدف دعم الانتشار التجارى لتكنولوجيا خلايـــا الوقـــود وخفـــض تكلفـــة التكنولوجيات المؤدية إلى تقليص ابتعاثات غازات الدفيئة ، كما يستهدف من الزاوية المصرية نقـــل هذه التكنولوجيا ذات الكفاءة العالية للإمداد بالطاقة ، التى تستخدم مصادر الوقود المتاحة بمصـــر ، وتوظيفها فى التطبيقات المصرية للإمداد بالطاقة واستهلاكها .

كذلك تم خلال عام ٢٠٠٠ توقيع بروتوكول تعاون بين وزارة الكهرباء والطاقة المصريـــة ووزارة الطاقة الأمريكية فى مجال نقل تكنولوجيا خلايا الوقود لتوليد الطاقة الكهربية .

والواقع أن خلايا الوقود ستكون مصدراً حيوياً للطاقة الكهربية حتى بعد نضوب الغـــاز الطبيعـــى والبترول لإمكان اعتمادها على الفحم المغيز (أو غاز الفحم) ،والذى يقـــدر العمـــر المســـتقبلى لمخزوناته فى العالم بما يزيد على ٣٠٠ سنه من الآن ، كما أن عمر خلايا الوقود ممتـــد كذلـــك لاستخدامات الطاقة فى النقل مع المحطات النووية العملاقة سواء الانشطارية الحالية أو الاندماجيـــة المستقبلية ، حيث يخطط لاستخدام جزء من الكهرباء المتولدة بواسطتها فى تحليل المـــاء الى وقـــود الهيدروجين والأكسجين، إذ سيمد الهيدروجين خلايا الوقود بالوقود اللازم لها لاستخدامها آنـــذاك فى السيارات والحافلات وسائر مركبات النقل ، مما يعنى أن العمر ممتد لآماد طويلة قادمـــة أمـــام استخدامات خلايا الوقود .

ومعروف حالياً أن انتشار الاستخدام التجارى لخلايا الوقود عالمياً قد صار وشيكاً، وهو الانتشـــار الواعد الذى تؤكده الجهود المكثفة المتقدمة لإنتاجها فى أكثر من ١٥ دولة فى العالم الآن، قطعـــت شوطاً كبيراً فى تطويرها واستخدامها لاسيما فى الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا ، حـــتى أن مؤسسات صناعة الطاقة الألمانية تخطط لطرح محطات خلايا وقود بقدرات تتراوح بين ١٥٠٠ و ٢٠٠٠ ميجاوات مع شروق شمس هذا القرن، كما سجلت الشركات الكبرى (شركة سيمنز) فى نشرات مبيعاتها خلايا الوقود ضمن تكنولوجيات الإمداد بالطاقة الكهربية التى تقـــوم بتصنيعـــها وتسويقها فى أنحاء العالم ..

ومع هذا الاقتراب الوشيك لانتشار الاستخدام التجارى لخلايا الوقود على النطاق العالمى يصبح الاهتمام بها فى مصر أمراً ملحاً إن لم يكن حتمياً، خاصة مع توافر إمدادات الغاز الطبيعى حالياً، ثم ينظر فى تنويع مصادر الوقود الملائمة لها مستقبلاً بما يتفق مع تحقيق أقصى فائدة استراتيجية لمصر .

خلاصة القول .. أن مصر يجب أن تسارع الآن للدخول إلى عصر خلايا الوقود هذا المصدر الجديد لتوليد الطاقة، والذى سيحدث ثورة ولاشك فى نظم الإمداد بها على نطاق العالم كله .. ، وقد كانت مصر دائماً سباقة إلى كل فتح تكنولوجى جديد.. وكانت على مر السنين من أولى الدول التى أدخلت السكك الحديدية والكهرباء واكتشفت البترول .. إلى غير ذلك الكثير على مستوى العالم أجمع، ولايمكن بالتالى أن تتخلف عن عصر الطاقة النظيفة الكفء التى تقدمها خلايا الوقود .

تاسعاً : التوصيات :

فى تقرير شامل عن خلايا الوقود تم إعداده فى مايو ١٩٩٧ بشعبة الطاقة والكهرباء والبترول* بالمجلس القومى للإنتاج والشئون الاقتصادية فى المجالس القومية المتخصصة وردت عدة توصيات هامة بشأن دخول مصر عصر خلايا الوقود نعرض لأهمها فيما يلى :

١- المبادرة بالحصول على عدد من وحدات خلايا الوقود واستخدامها للتعرف عليها والتدريب على تشغيلها وصيانتها، والبدء فى تكوين الكوادر العملية والفنية التى تتمرس بهذه التكنولوجيا وتتقن التعامل معها .

---

* أقرت الشعبة برئاسة معالى المهندس / مصطفى كمال صبرى وزير الكهرباء والطاقة الأسبق هذه التوصيات فى تقرير اللجنة التى شكلت برئاسة الأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج الأستاذ المتفرغ بكلية الهندسة جامعة القاهرة ، ومقررها كاتب هذا البحث الذى قام بتحرير التقرير .

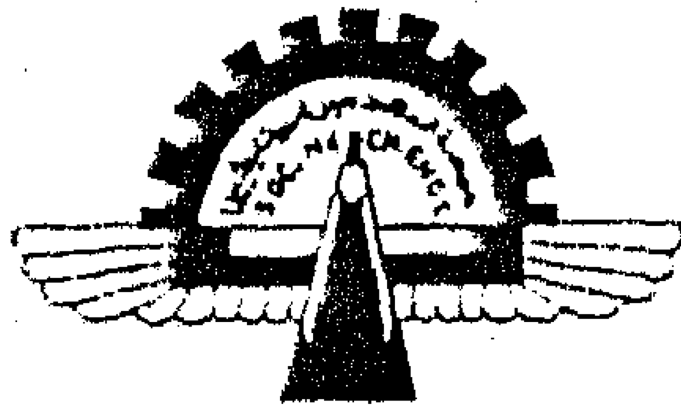
٢- تشجيع اشتراك الجامعات وجهات البحوث والتطوير بمصر مع وزارة الكهرباء والطاقة ووزارة البترول والمصانع الحربية بالإضافة إلى من يرغب من أجهزة القطاع الخاص الصناعى فى مشروعات بحثية مشتركة ، لتنمية وتطوير صناعة الأنواع المختلفة من خلايا الوقود ، مما يفيد بالضرورة فى توظيف القدرات والكفايات الهندسية القادرة على دراسة وإيجاد المواد اللازمة لصناعة مكونات خلايا الوقود ، التى ستتضافر فى تطويرها محلياً تخصصات عديدة كالتعدين والكيمياء والكهرباء فى الجامعات ومراكز البحوث .

٣- تقوية التواصل العالمى بين مصر والجهات التى قطعت شوطاً كبيراً فى استخدامات وتطبيقات خلايا الوقود خاصة فى أمريكا وأوربا واليابان ، وذلك للإفادة بخبراتها فى هذا المجال ، والسعى نحو اجتذاب مشاركاتها فى دعم البرامج البحثية والتطبيقية الخاصة بخلايا الوقود فى مصر ، توطئة للاستعداد لمرحلة الانتشار التجارى لاستخدامها .

٤- الإفادة ما أمكن من الفرص التطبيقية المتاحة أمام تكنولوجيا الطاقة النظيفة فى العالم الآن * ، الممولة من الصناديق المنشأة خصيصاً لدعم مشروعات التنمية المستدامة ودعم خفض غازات الدفيئة كصندوق مرفق الطاقة العالمى GEF ، وبرنامج الطاقة والغلاف الجوى المنبثق عن البرنامج الإنمائى للأمم المتحدة وغيرها .

* هذه التوصية مضافة فى هذا البحث ولم ترد فى تقرير اللجنة المشار إليها سابقاً .

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

3/1

تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوچيا

دكتور / محى سعد منصور

ملخص

نظرا للدور الهام والأساسى لتكنولوجيا الليزر فى الثورة التكنولوجية الأخيرة فإننا نستعرض أهـــم تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا . شمل العرض فى هذه المحاضرة شـــرح موجـــز لبعــض التطبيقات التى تفيد مجال الهندسة الميكانيكية وكذلك بعض المجالات الأخـــرى الهامـــة مثـــل تكنولوجيـــا المعلومات والطاقة .

مقدمة

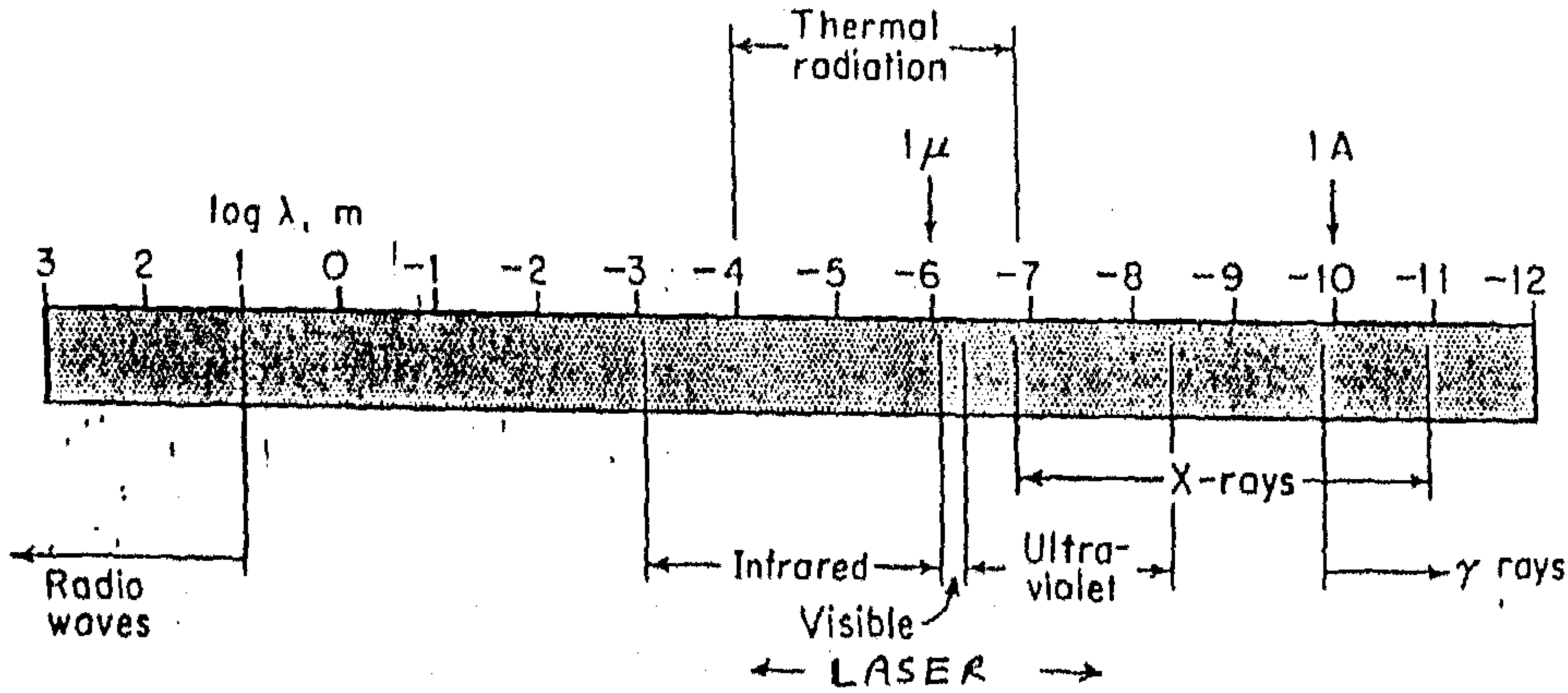
يعتبر الليزر أحد الأعمدة الرئيسية للثورة التكنولوجية الأخيرة فى نهاية القرن العشـــرين . جـــاء إختـــراع الليزر عام ١٩٦٠ لكى يقفز العالم قفزات واسعة فى عديد من مجالات العلم والتكنولوجيا . ســـاهمت هـــذه القفزات العلمية فى التطوير وخدمة البشرية فى العديد من المجالات كما أنها ساهمت ايضـــا فـــى تطويـــر السلاح ووسائل الدمار . جاء الليزر ليفتح العديد من الأبواب المغلقة ويدخل الأمل من جديد فى عديد مـــن المجالات مثل الطب حيث ساهم بالتشخيص والعلاج وكذلك العمليات الجراحية الدقيقة . ومجـــال الزارعـــة حيث ساهم فى تحسين إنتاجية الأراضى الزراعية بعد تسويتها والكشف على أمراض البـــذور . و مجـــال البيئة فى الكشف عن الملوثات أما مجال الهندسة فقد كان له قدر كبير من إسهامات الليزر والتى ســـوف نتعرض لأجزاء منها بأختصار فى هذه المحاضرة والإشاره إلى المراجع المناسبة لمن يرغب فى المزيد من المعلومات .

تطور الليزر منذ نشأته فى العقود الأربعة الماضية بصورة أذهلت العالم وكان له الدور الأكبر فى الثـــورة التكنولوجية الثالثة . فى هذا المجال أيضا يجب أن نذكر بكل فخر الإسهام الذى شارك فيه العـــالم العربـــى المصرى الجليل / أحمد زويل بتطوير ليزر الفمتو ثانية والذى حصل به على جائزة نوبل فى الكيمياء .

نبدأ بتعريف شعاع الليزر ومميزاته وكذلك جهاز الليزر ومكوناته ثم نوالى إستعراض تطبيقات الليـــزر فـــى مجال الصناعة والتكنولوجيا .

شعاع الليزر

شعاع الليزر ينتمى إلى الضوء أو الموجات الكهرومغناطيسية والتى يندرج تحتها الأشعة السينية وآشـــعة جاما وموجات الراديو والآشعة فوق البنفسجية وأطياف الضوء والإشعاع الحرارى . كل من هذه الموجـــات أو الآشعة لها مجال من الطول الموجى كما هو موضح فى الشكل (١)



شكل (١)

توزيع موجات الكهرومغناطيسية

حيث أن الليزر ينتمى إلى الضوء فإننا سوف نبدأ بمقدمة بسيطة عـــن الضـــوء . بـدأ الإهتمـــام بدراسة الضوء منذ القرن السابع عشر بواسطة العالم هينجز " Huygens" بعد ذلك جاء العالم الكبير نيوتـن فى القرن الثامن عشر ووصف الضوء بأنه تيار من الجزيئات وتطورت الدراسة فى القرن السابق حيث تـم إثبات أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية . الضوء مثل آشعة الشمس يقع فى المدى المرئى مـا بين طول موجى ٤ ×١٠$^{-٧}$ م إلى ٧ × ١٠$^{-٧}$ م تقريبا . وهذه الآشعة التى تظهر لنا قادمة مـــن الشـــمس تمثل خليط من موجات فى هذا المجال . من الممكن فصل هذه الموجات وتحليل الطيف عن طريق منشـــور زجاجى – أو كما نراه على قطعة كريستال – أو كما نراه أيضا فى ظاهرة قوس قزح فـــى الســـماء أثنـــاء سقوط الأمطار . عند فصل موجات الضوء تظهر لنا الألوان البراقة بدءاً من الآشعة البنفسجية والتى تمثـل أقصر طول موجى إلى الآشعة الحمراء والتى تمثل أطول طول موجى . الضوء يوصـف بأنـه مشـتت أى ينتشر فى جميع الإتجاهات .

من هذه المقدمة عن الضوء نأتى إلى تعريف شعاع الليزر الذى أشتق إسمه فى اللغة الإنجليزيـة " Laser" بأخذ الحروف الأولى من وصف كيفية تكوين هذا الشعاع فى الجملة الآتية .

" Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"

والتى تعنى باللغة العربية تكبير الضوء عن طريق حث الإنبعاث الإشعاعى . وقد جاء إكتشاف الليزر بعـــد إختراع الميزر " Maser " بنفس الفكرة ولكن على الموجات الميكرومترية الذى أخذ اسمه أيضا فى اللغـــة الإنجليزية من الحروف الأولى للجملة التى توصف كيفية تكوينه وهى

" Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation "

والتى تعنى فى اللغة العربية تكبير الموجات الميكرومرئيه عن طريق حث الإنبعاث الإشعاعى.

شعاع الليزر شمل عدة أطوال موجيه فى المجال المرئى أو الغير مرئى سواء فى مجال الموجات فوق البنفسجية أو مجال الموجات تحت الحمراء .

من المميزات الرئيسية لشعاع الليزر :

أ- طول موجى أحادى " Monochromator " أى أن شعاع الليزر له طول موجى واحد وبالتالى له لون مميز نقى كما نراه أحيانا فى عروض الحفلات أو المؤشر المستخدم مع وسائل العرض وكذلك عوض خط " linewidth " الطول الموجى لا يتعدى ١ × ١٠^{-٩}م.

ب- التوازى " Collimated "أى أن الاشعاع الخارجى من جهاز الليزر يسير فى خط مستقيم متوازى ولا يتشتت ودرجة التوازى فى أشعة الليزر عالية جدا حيث أنه من الممكن توجيه شعاع الليزر من الأرض إلى القمر كما حدث عام ١٩٦٢ بدون تشتيت .

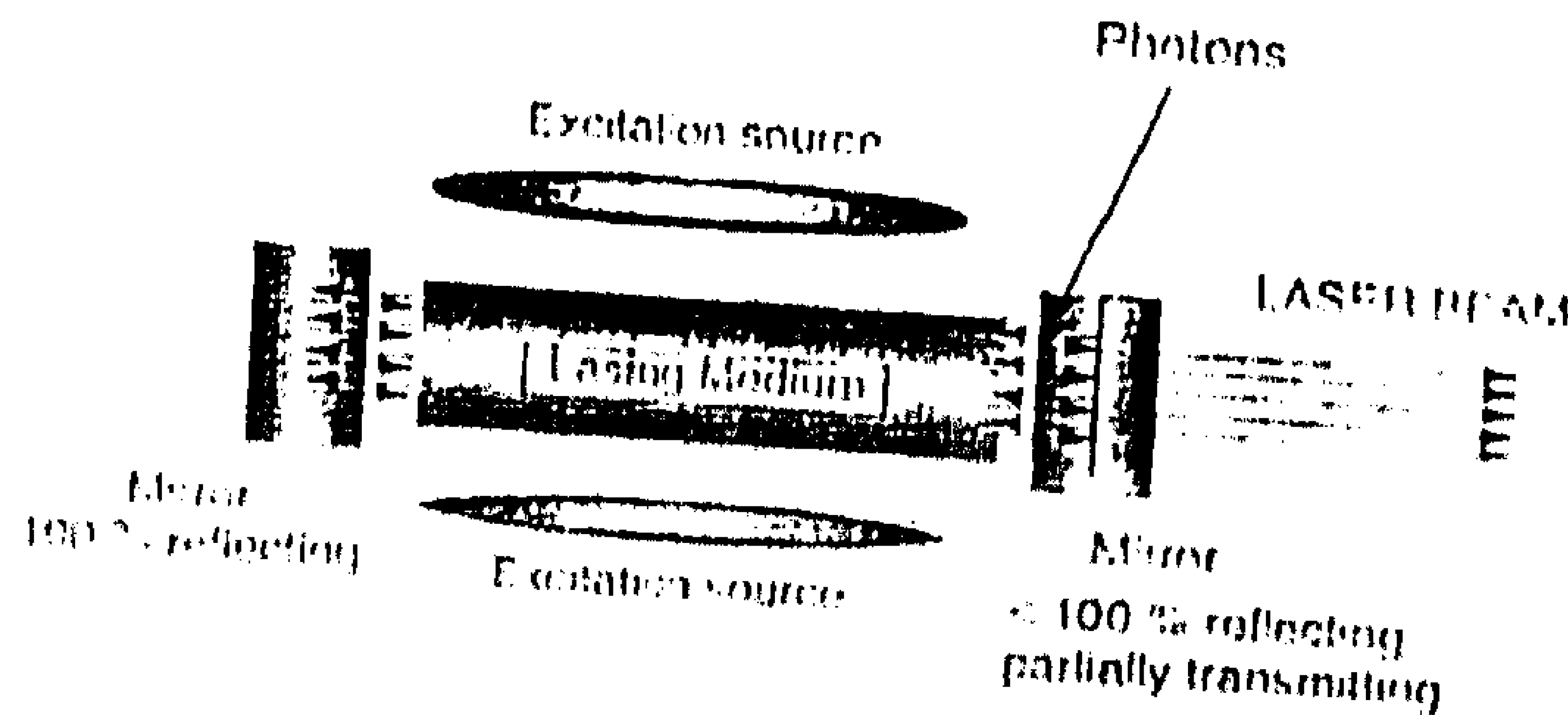
جـ- التوافق و التلاحم " Coherent " يتوافق شعاع الليزر من حيث تطابق الموجات السبعة والطول الموجى. هذا التوافق يجعل الفرق بين الضوء العادى المشتت وشعاع الليزر كالفرق بين حركة مجموعة مختلفة من البشر تسير فى سوق ومجموعة من الجنود متماثلين يسيرون فى طابور عسكرى.

د- شدة الاستضاءة " Power Density " قدره شعاع الليزر لوحدة المساحات مرتفعة جدا نظرا للمواصفات السابق ذكرها . على سبيل المثال قدرة شعاع ليز ر صغير ١ مللى وات تفوق مائة مرة القدرة على سطح الشمس والتى تمثل ٤ × ١٠ ^{٢٦} وات لوحدة المساحات .

المميزات السابقة لشعاع الليزر تجعل منه قوة وطاقة مركزه يمكن أيضا أن يتميز بها . أشعة الليزر تتولد على شكل : إما متصل " Continuous "أو على شكل ومضات " Pulses " تختلف فى طولها الزمنى من ليزر لآخر حسب التصميم وقدرات جهاز الليزر وتصل إلى حوالى ١×١٠^{-١٥} ثانية (فمتو ثانية) .

جهاز الليزر

يتكون جهاز الليزر من ثلاثة أجزاء رئيسية إلى جانب بعض النظم المساعدة . الأجزاء الرئيسية موضحة فى شكل (٢) وهى .



شكل (٢)

مكونات الليزر الأساسيه

أ- المادة الفعاله :

هذه المادة مسئولة عن توليد شعاع الليزر في صورة أوليه وهو ما يسمى فوتون " Photon" عند تعرضها لمصدر طاقة كهربائى أو ضوئى . المادة الفعالة من الممكن أن تكون فى الحالة الغازية أو سائلة أو الصلبة أو البلازما . من أمثلة الليزر الغازى هو ثانى أكسيد الكربون والليزر الصلب هو النيوديوم .

ب- مصدر الطاقة

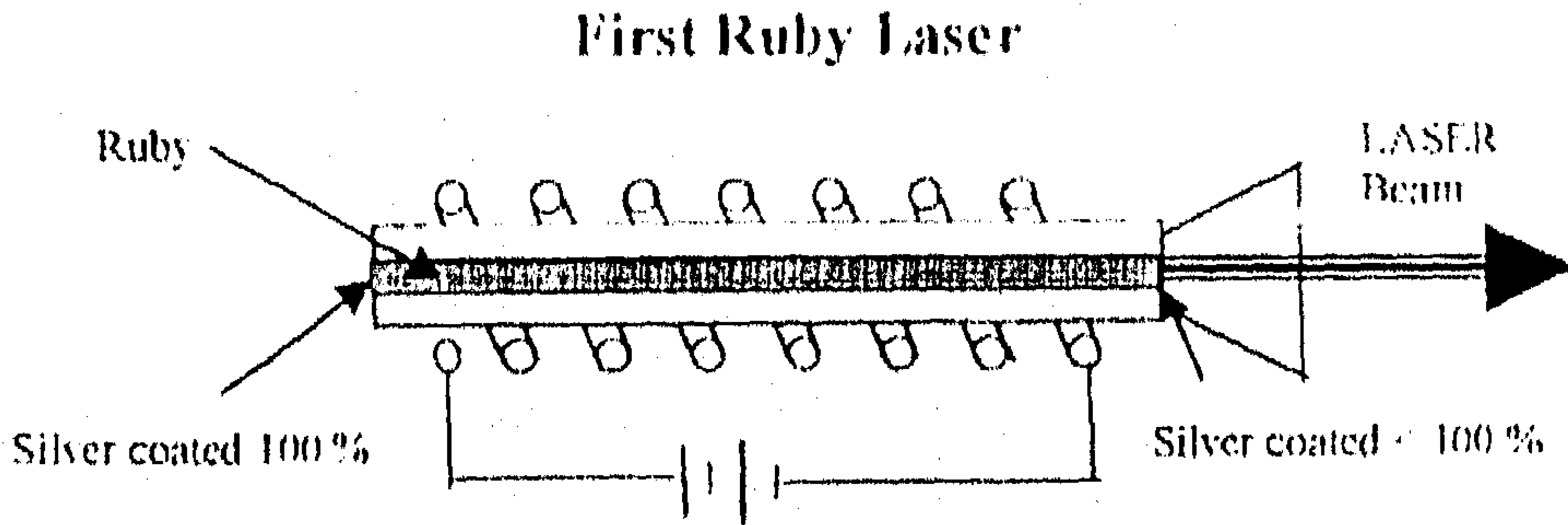
يتولى مصدر الطاقة حث المادة الفعالة لتكوين الفوتونات الليزرية . هذا المصدر قد يكون كهربائى أو ضوئى.

جـ المرايا

هناك مرآه مغطاه بطبقة عاكسة بنسبة ١٠٠ % على أحد جانبى المادة الفعاله ومرآه أخرى مغطاه بطبقة عاكسة بنسبة ٩٠ % لخروج شعاع الليزر تنعكس الفوتونات المولده فى المادة الفعاله بين المرايا عدة مرات وبالتالى يتم تكبيرها وتوجيهها فى صورة متوافقة على صورة شعاع متوازى (ليزر) .

من أهم الأجهزة المساعدة فى الليزر هى وحدة التبريد حيث أن جزء كبير من الطاقة يفقد أثناء تكوين شعاع الليزر وقد تصل نسبة الفقد هذه إلى حوالى ٩٠ % من إجمالى الطاقة المستخدمة وبالتالى يجب إمتصاصها بواسطة جهاز التبريد حتى لا تؤدى إلى تلف الليزر .

شكل (٣) يوضح أول ليزر تم إختراعه عام ١٩٦٠ من الياقوت بواسطة العالم الأمريكي تيمورد ميامان . يوجد حاليا العديد من أنواع الليزر المستخدمة فى المجالات الصناعية والتكنولوجية .



شكل (٣) مكونات أول ليزر فى العالم

أنواع الليزر متعددة ويصعب ذكرهى فى هذه المحاضرة ومن أجل التعرف عليها ومواصفاتها يمكن الرجوع إلى مرجع [1] Ready وهى عادة تتلخص تحت بنود ليزر غازى مثل " Excimer " الأكسيمر أو ليزر صلب مثل نيوديوم أو سائل مثل ليزر الصبغة "Dye" .

تطبيقات الليزر فى مجال القياسات والمعايره والتحكم .

* قياس المسافات

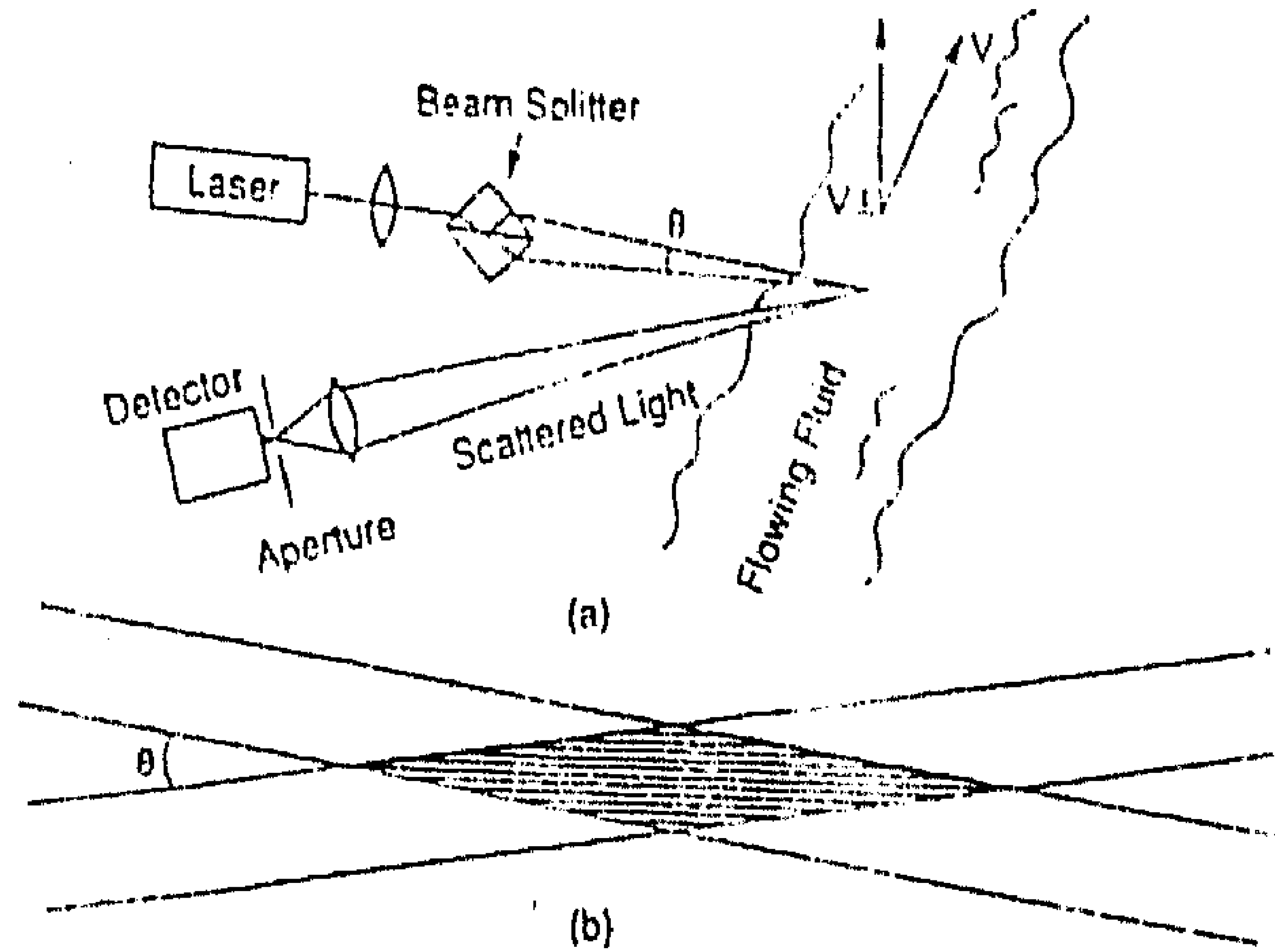
يستخدم الليزر فى قياس المسافات بدقة تصل إلى ميكرومتر (١ × ١٠^-٦) ومدى يبدأ من متر إلى العديد من الكيلومترات . يتم إستخدام هذه التقنية أيضا فى التحكم فى دقة آلات القطع ودرجة إستواء السطح وكذلك فى المعايره .. الخ . من مجالات القياس والتحكم الدقيقة .

تقنيات القياس بواسطة الليزر تعتمد على

- خاصية التداخل " Interferometer "
- خاصية دوبلر " Laser doppler displacement "
- خاصية " Beam modulation telemetry "
- خاصية " Pulse time of flight "

* قياس سرعة الموانع

عند مرور المانع محملا بذرات دقيقة عاكسة للضوء على شعاعى ليزر متقاطعين فى نقطة فإن الذرات تعكس ضوء الليزر بتردد يتناسب مع سرعة المانع عكسيا مع الطول الموجى لشعاع الليزر . تسمى التقنية المستخدمة فى هذا القياس تقنية قياس السرعة بأستخدام خاصية دوبلر " Laser Doppler Velocimetry " والموضحة فى شكل (٤)



شكل (٤) تقنية قياس سرعة الموائع بالليزر

على القارىء الرجوع إلى مراجع (٢ - ٣) من أجل الحصول على تفاصل دقيقة لهذه التقنية .

* قياسات أخرى

هناك العديد من تقنيات القياس بالليزر للمسافات أو السرعة من الممكن سردها فيما يلى :

١ – قياس سرعة الاجسام المتحركة .

٢ – قياس معدل دوران وذلك بواسطة " Laser gyroscope "

٣ – قياس الأبعاد الصغيرة مثل أقطار الأسلاك من الممكن قياس قطر ٢,٥ ميكرون (٢,٥×١٠ $^{-٦}$ متر) بدقة تصل إلى ٠,٥ % و ذلك باستخدام تقنية إنحراف الضوء "diffraction"

٤ – قياس تضاريس الأسطح للتعرف على جودة ودقة تشطيب الأسطح .

٥ – قياس أقطار ذرات الرذاذ وسرعتها .

٦ – قياس معدل الإستطالة " Strain " .

٧ – قياس الإهتزاز .

٨ – قياس إستدارة الأجسام الاسطوانية .

٩ – الكشف عن العيوب فى الصناعة من ثقوب وتآكل .. الخ .

تطبيقات تفاعل الليزر مع المواد.

من تعريف شعاع الليزر وخصائصه ذكرنا أن الليزر يحتوى على طاقة هائلة لوحدة المساحات عند سقوطها على أسطح المواد – خاصة الليزر ذو الطاقة المرتفعة – فإنها تولد حراره تصل إلى حد تبخير المعادن . تفاعل المادة بسقوط شعاع الليزر عليها يعتمد على عدة عوامل هامة منها :

١ – إمتصاص المادة للشعاع .

٢ – سرعة إنتشار الحرارة داخل الجسم .

٣ – مدى قدرة المادة على التفاعل (خاملة أو نشطة).

٤ – سمك المادة .

إمتصاص المادة لشعاع الليزر تعتمد على خواص المادة وخواص سطح المادة ومواصفاته وبالتالى لا نستطيع استخدام نوع واحد من الليزر لجميع المواد .

سرعة إنتشار الحراره داخل جسم المادة تعتمد على معامل توصيل الحراره والسعة الحرارية للمادة حيث أن النسبة بينهما تمثل معامل إنتشار الحرارة داخل الجسم . هناك علاقة تربط بين زمن إختراق الحراره " ن " والعمق المقابل لهذا الزمن "س " مع معامل إنتشار الحرارة " ك" والتى تتمثل فى أن س = (٤ ك ن)$^{١/٢}$. على سبيل المثال سمك ١ملي من الفضة يحتاج زمن قدره ١,٤٧ ملي ثانية لإختراق الحرارة بينما الحديد والنيكل يحتاجان إلى زمن قدره ٢١ ملى ثانية و ٦٤ ملى ثانية على التوالى .

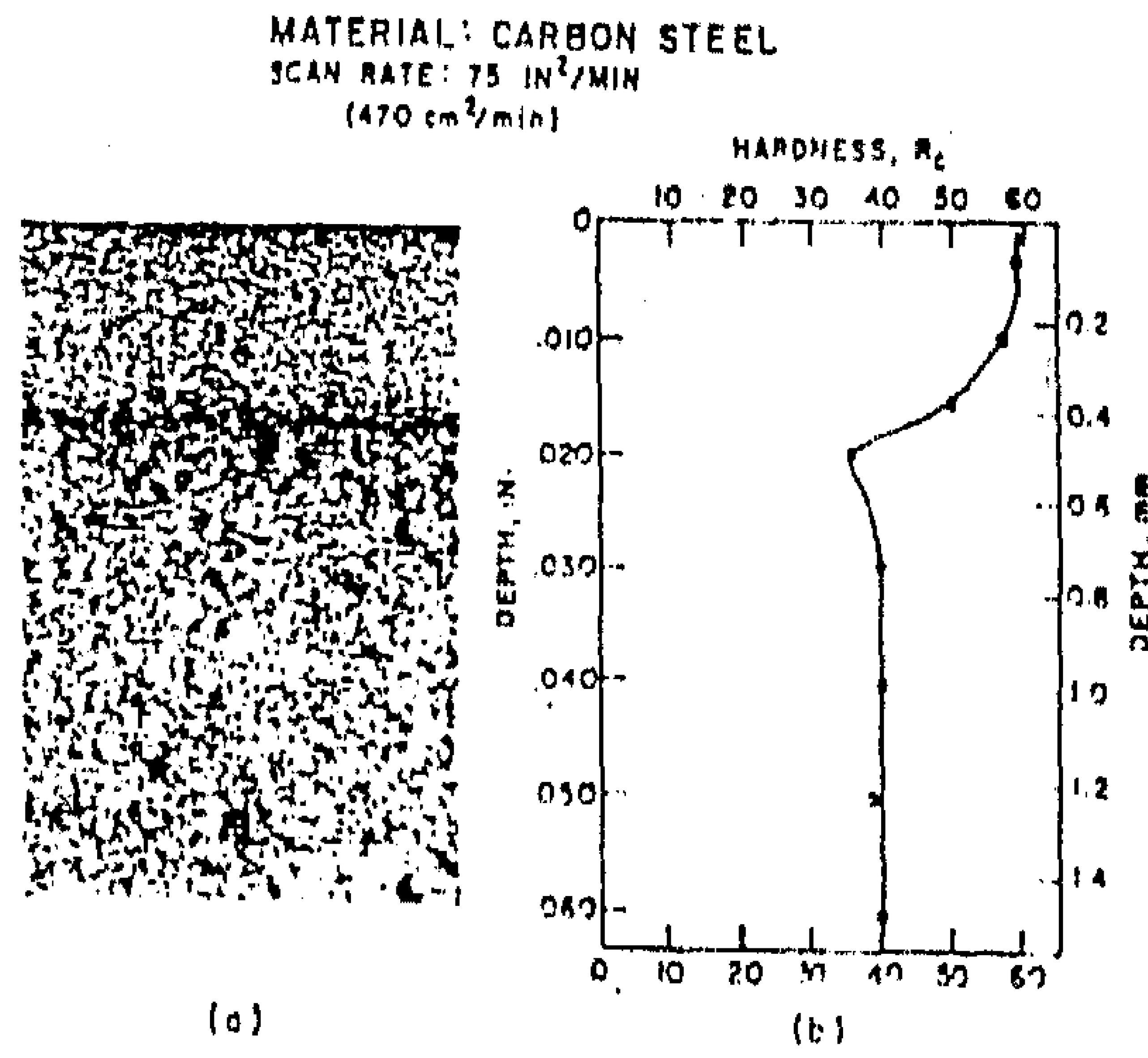
هذه الأرقام توضح مدى إختلاف تأثر المواد وبالتالى تشير إلى ضرورة تحديد ظروف مختلفة لتشغيل أو تفاعل المادة بالليزر . مع إستخدام الطاقة الهائلة لليزر وقدرتها على صهر أو تبخير المادة ووصول حرارة

المادة إلى درجة الانصهار أو التبخر أمكن تصميم أجهزة ليزر للقطع واللحام وكذلك تشكيل المواد المعالجة الحرارية لأسطح المواد . نبدأ أولا بسرد إستخدامات الليزر فى المعالجة الحرارية .

المعالجة الحرارية لأسطح المواد

أ- زيادة صلاده السطح Hardening

تعرض السطح لليزر بكمية محدده ولمدة زمنية محددة يؤدى إلى تغيير خواص السطح من "Grain Structure" كما هو موضح فى شكل (٥) والذى يضاعف من صلاده السطح .



شكل (٥) تأثر صلادة سطح المادة باستخدام الليزر

ب- صقل السطح " glazing "

يتم صقل سطح المعدنى عن طريق إنصهار السطح وتكوين طبقة جديده رقيقة تختلف عن خواص المادة الأصلية . .

جـ- تشكيل سبيكة على السطح " Laser Alloying "

يتم تشكيل سبيكة على سطح المعدن وذلك بنشر بودره من هذه السبيكه على السطح ثم تعريضها لليزر حتى يتم دمجها مع سطح المعدن وبالتالى تتكون سبيكة على السطح دون تغيير المادة من الداخل .

د- تكسيه السطح " Laser Cladding "

يتم تكوين قشرة صلبة " Hard face " رقيقه على سطح المعدن وهى تختلف عما سبق بأن القشرة لا تندمج مع المعدن الأصلى .

تشغيل المواد

إستخدام الليزر ذو الطاقة العالية لوحدة المساحات يمكنه صهر أو تبخير المواد وهذا الذى يعتمد عليه فى تشغيل المواد من قطع وثقب وتشكيل والكتابة أو وضع العلامات على الأسطح .. الخ وفيما يلى ملخص للعمليات المختلفة فى تشغيل المواد :

أ- إزالة المواد بواسطة الليزر "Laser Induced Material Removal"

إزالة المواد أو طبقات من المادة تتم بعده أنواع من الليزر الشائع استخدامها كما هى موضحة فى الجدول (١) التالى :

جدو ل(١) أنواع الليزر واستخداماتها فى تشغيل المواد

الليزر	الطول الموجى (ميكرومتر)	التطبيق
- ياج Nd: YAG(pulsed)	١,٠٦ و ٠,٥٣٢	ثقب- وضع علامات
- ياج Nd YAG (Q- switched)	١,٠٦ و ٠,٥٣٢	إزالة طبقات رقيقة
- ثانى أكسيد الكربون CO_2 (Pulsed)	١٠,٦	قطع - ثقب
- ثانى أكسيد الكربون CO_2 (TEA)	١٠,٦	إتزان
الإكسمير Excimer	٠,٣٥ - ٠,١٩	العلامات - عمليات اشباه المواصلات
الإكسمير excimer	٠,٢٤٨	ثقب- دوائر الكترونية تشغيل دقيق .
الياقوت Ruby	٠,٦٩٤٣	ثقب
نيوديوم Nd : glass	١,٠٦	ثقب .

ب- ثقب " Hole drilling "

من أهم عمليات تشغيل المواد هى الثقب نظرا لأنها تصل إلى دقة بالغة واقطار صغيرة جدا حوالى ٢,٥ ميكرومتر وكذلك إمكانية التعامل مع خامات يصعب ثقبها بالطرق التقليدية . ذلك إلى جانب إمكانية إستخدام الليزر فى أوضاع معقده مثل ثقب جوانب ريشة تربينه غازية فى المحركات النفاثة .

جـ القطع " Cutting "

قطع المواد يعتمد على خواص المادة وفيما يلى جدول يلخص صفات المادة والطريق المناسبة للقطع باستخدام أو مساعدة الليزر .

جدول (٢) خواص المواد وطرق القطع المناسبة

خاصية المادة	طريقة القطع	مثال
غير موصل جيد للحرارة	تبخير مباشر بالليزر	القماش ـ بعض المواد غير المعدنيه .
موصل جيد للحراره و غير قابل للتفاعل	الإنصهار بواسطة الليزر مع إزالة المادة بواسطة غاز نفاث " gas jet "	صلب لا يصدأ
موصل جيد للحرارة وقابل للتفاعل	إستخدام الليزر فى التسخين مع نفاث مؤكسد " oxidizingjet" لإتمام التفاعل	تيتانيوم

يدخل الليزر فى منافسة مع الطرق التقليدية للقطع وجدول (٣) يستعرض مقارنة بين الطرق المختلفة لتكنولوجيا القطع . من هذا الجدول نستخلص أن الليزر له اقدرات ومميزات خاصة يتميز بهاعن باقى الطرق السابقة فى القطع .

د- خدش Scribing

يستخدم الليزر فى عمل خدوش غير نافذه فى مواد هشه مثل الزجاج والسيراميك والسيليكون ثم قطع ـ كسر ـ المادة على مدى هذا الخدش لتكوين الشكل المطلوب . كما هو الحال فى قطع الزجاج عن طريق خدشه بآلة حاده أولا . هذه الطرق تستهلك بالطبع طاقة أقل مقارنة بالقطع الكامل باستخدام الليزر إلى جانب ان حد القطع يكون حاد بدون شوائب أو آثار لحراره الليزر .

هـ وضع علامات " marking "

من الممكن استخدام الليزر فى ازالة طبقة رقيقة جدا من سطح المادة على شكل علامات أو حروف وقد انتشرت هذه الطريقة نظرا لدقتها وتميزها عن الطرق التقليدية بسبب استمرارية العلامات على السطح .

جدول (٣) مقارنة بين الطرق المختلفة لعمليات القطع

تكنولوجيا	الليزر	Punch press	الفريزه المبرمجة بالكمبيوتر	Abrasive Jet fluid	Wire electric discharge	البلازما
المزايا	• سهولة تناول القطعة • سرعة Setup وتغيير والتصميم • القدرة على قطع أشكال معقده . • small kerf	- معدل سريع - تكلفة رخيصة لحجم الانتاج .	• خلوصات جيده • حرف القطع جيد • معدل قطع سريع	• خلوصات جيده • التعامل مع أشكال معقده . • تشطيب جيد • تقطيع معظم المواد	• حرف قطع جيد • التعامل مع خامات سميكة .	• قطع خامات سميكة. • معدل قطع مرتفع . • التعامل مع اشكال معقدة.
العيوب	• تكلفة عالية للجهاز • معدل أقل لإزالة المادة • إستخدام طاقة عالية.	- تكلفة مرتفعة لأدوات القطع . - وقت طويل للتحضير	• تآكل أدوات التشغيل • وقت طويل للتحضير	• تكلفة عالية للجهاز • بطينة فى القطع إلى حد ما .	• التثبيت . • تآكل الانقاب	• تكلفة عالية للتشغيل • خلوصات سيئة . • Large kerf

و- الإتزان Balancing

الأجسام المتحركة والدواره خاصة تحتاج إلى إتزان ميكانيكى وذلك بإزالة أجزاء من الجزء الزائد فى الوزن أو اضافة أثقال فى الجزء الخفيف . عاده تأخذ هذه الطريقة عده محاولات بسبب أن عملية الإضافة أو الإزالة تتم عند ايقاف الجسم الدوار . عند استخدام الليزر فى هذا المجال أمكن إزالة أجزاء من المادة بدقة شديده أثناء دورانها بواسطة ليزر ذو ومضات " Pulsed laser " يتم توجيهه على الجزء المراد تخفيف وزنه وبالتالى يتم التوصل إلى الإتزان الكامل بدون إيقاف حركة الجسم .

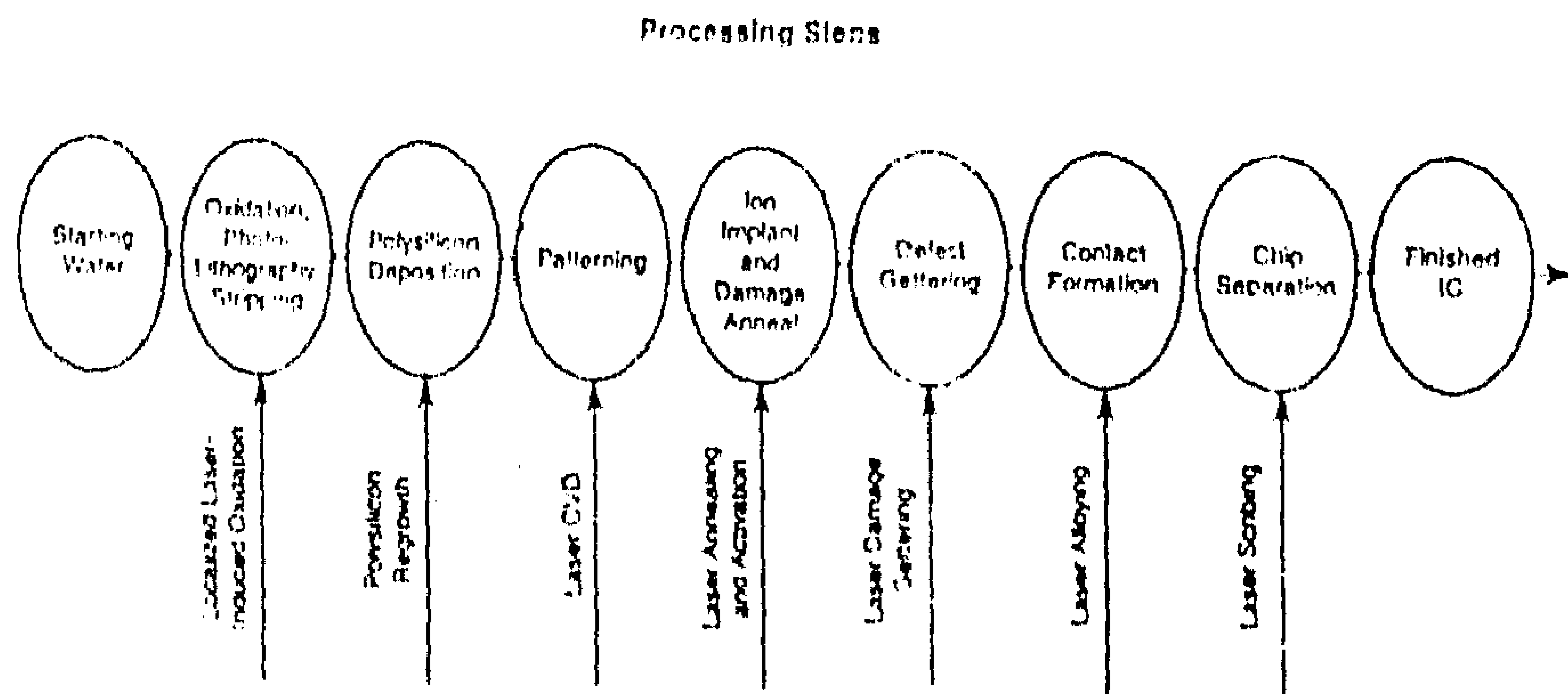
ى- إزالة الدهانات

* التشغيل الدقيق والدوائر الإلكترونية Micro machining and Electronic circuits

من التطبيقات الهامة فى تشغيل المواد والتى انتشرت بصوره كبيره هى مجال صناعة الدوائر الإلكترونية نظرا لدقة التحكم فى ترسيب (deposition) المواد أشباه الموصلات - المعادن - او المواد العازله المستخدمة فى هذه الصناعة. عمليات تقصيف المقاومات الصغيرة " trimming resistors و الثقب الدقيق و الخدش و العلامات أمكن الإستفاده منهم فى صناعة الدوائر الإلكترونية أيضا .

من أشهر التقنيات المستخدمة فى صناعة الدوائر الإلكترونية هى قصف المقاومات" trimming resistors نظرا لأن صناعة المقاومات الدقيقة فى الدوائر الإلكترونية تتم بترسيب " deposition " المعادن تحت ضغوط منخفضة جدا وهى عادة لا تصل إلى الدقة المطلوبة فإنه يتم زيادة نسبة الترسيب للمعدن ثم بعد ذلك تتم عملية القصف " trimming " للوصول إلى القيمة المطلوبة للمقاومة . وقد تفوق الليزر فى هذا المجال بوضوح وأصبح عنصرا أساسيا فى هذه الصناعة.

يمكن إستخدام الليزر فى عدة مراحل تصنيع الدوائر الإلكترونية كما هو موضح فى شكل (٦) . من هذا الشكل يتضح أن الليزر يكاد أن يغطى معظم مراحل التصنيع لتميزه بدقة عالية .



شكل (٦) مراحل التشغيل الدقيق للدوائر الإلكترونية

اللحام

تكنولوجيا اللحام باستخدام الليزر بدأت مع نشأت الليزر الأول باستخدام مادة الياقوت . حاليا يعتـــبر لـــيزر ثانى أكسيد الكربون وليزر النيوديوم ياج " Nd: YAG " النوعين الأساسيين المستخدمين فى تكنولوجياليزر اللحام . مع تطور تكنولوجيا اللحام إنتشر إستخدام الليزر خاصة أنه يكلف أقل من الطرق التقليديـــة فـــى كثير من الأحيان .

فى جدول (٤) نستعرض مقارنة بين استخدام الليزر فى اللحام والأنواع الأخرى .

جدول (٤) مقارنة بين تكنولوجيات اللحام

المواصفات	ليزر	التقنية الشعاع الإكترونى	المقاومه	تنجستن غاز حامل
جوده اللحام	ممتاز	ممتاز	جيد	ممتاز
الجزء المتأثر بالحرارة	صغير جدا	صغير	متوسط	كبير
معدل لحام .seam rate	عالى	عالى	متوسط	متوسط
السمك	محدود	كبير	متوسط	كبير
تكلفة الجهاز	مرتفعة	مرتفعة	منخفضة	منخفضة
تكلفة التثبيت والتصنيع	منخفض	مرتفع	مرتفع	متوسط

إستخدام اليزر فى التصور ثلاثى الأبعاد Holography

بدأت تكنولوجيا التصوير ثلاثى الأبعاد Holography قبل إختراع الليزر ولكن ظهور الليزر أعطـى لها قوة وقدرة فائقة عن استخدام الضوء العادى . للتعرف على تفاصيل فى هذا المجـــال علـــى القـــارىء الرجوع إلى مرجع [Ready [1.

تطبيقات الليزر فى مجال التطييف Spectroscopy

أحدث اكتشاف الليزر تطورات وقفذات مذهلة فى علم التطييف Spectroscopy . فى هذا المجـــال ساهم الليزر فى تطوير دراسات خواص إنبعاث وإمتصاص المواد سواء كانت صلبه أو سائله أو غازيـــه. .كذلك نشأت التقنيات الجديدة فى هذا المجال التى تعتمد على الليزر ذو القدره على ضبط وتغيير " Tune" الطول الموجى للشعاع بما يتناسب مع التطبيق المطلوب . هكذا أمكن إدخال الليزر فى دراســـة ديناميكيـة وهيكل الجزيئات والتفاعلات الكيميائية وكذلك العديد من التطبيقات الهامة التى نلخصها فيما يلى :

١- قياس ديناميكية وهيكل الجزيئات .

٢- قياس درجات الحراره فى اللهب وكذلك مستويات الجو العليا .

٣- قياس نسب الملوثات فى الجو وعادم الاحتراق من السيارات وخلافه .

٤- قياس نسب الهباب المنبعث من المداخن والعادم .

٥- قياس نسب الغازات(قبل- أثناء -بعد) فى عمليات التفاعل الكيميائى والإحتراق . من الممكن قياس الغازات المستقره وكذلك الغازات الغير مستقره .

٦- دراسة عملية الإحتراق فى المحركات والتطبيقات العمليه الأخرى .

٧- تطبيقات أخرى متعدده تتطور كل يوم لدراسة علوم الذره والمواد .

تطبيقات الليزر فى مجال تكنولوجيا المعلومات Information Technology IT

تكنولوجيا الليزر أصبحت ضروره وعنصر أساسى فى مجال تكنولوجيا المعلومات وتزداد أهميتها كل يوم حيث ان الليزر يدخل فى مجالات نقل المعلومات - تخزين المعلومات - قراءة المعلومات وهى العناصر الأساسيه لتكنولوجيا المعلومات .

تقنيات الليزر تدخل فى :

١- الإتصالات Telecommunication

٢- الإسطوانه الضوئيه Optical disk

٣- الكمبيوتر الضوئى Optical computer

٤- وسائل العرض .

تقنية نقل المعلومات

نقل المعلومات باستخدام الضوء بدء منذ زمن بعيد أولا باستخدام إشارات من الدخان ثم إشارات ضوئيه من فوق الجبال . بدء استخدام الموجات الكهرومغناطيسيه لحمل الرسائل بعد استخدام موجات الراديو ولكن سرعان ما تلاشت هذه التقنية بعد ظهور الليزر حيث أن طوله الموجى القصير بالنسبة لموجات الراديو يعطى له تردد عالى بنسب تفوق موجات الراديو وبالتالى يعطى له القدرة على حمل كمية أكثر من المعلومات كذلك خاصية أحادية الطول الموجى تجعله مميز فى نقل المعلومات وقراءتها بدقة عالية .

تقنية تخزين المعلومات

بدء إستخدام الليزر فى صناعة أسطوانات تكتب عليها مرة واحدة فقط وللقراءه المستمره.

Write-once , read mostly (WORM) memories وذلك بإستخدام قرص مصقول بماده عند تعرضها لليزر تذوب ويسجل مكانها المعلومات . سبيكة تيليريوم " Tellurium " تستخدم فى هذا المجال . تستخدم هذه الأقراص فى صفظ المعلومات بدء أيضا تصنيع أقراص يمكن إعادة الكتابة عليها وهى تسمى أقراص ضوئية مغناطيسية Magnetooptic.

عند تعرض المادة المصنوع منها القرص لليزر تتغير حالتها المغناطيسية ويتم التسجيل عليها ومسحها بنفس الطريقة من خلال تغيير هذه الحالة المغناطيسية فى كل مرة تعرض الليزر . يتم قراءة البيانات من الأقراص سواء المستديمة (WROM) أو المتعدده الكتابة باستخدام ليزر آخر أقل شده .

تزداد كمية المعلومات المسجلة على الاسطوانة كلما نقص الطول الموجى لليزر المستخدم أى زاد تردده. ومن المتوقع إستخدام الليزر الازرق ذو التردد العالىفى القريب وهذا سوف يساهم فى زيادة سعة المعلومات الممكن تخزينها بصورة كبيرة .

تقنية إسترجاع المعلومات

استرجاع وقراءة المعلومات تتم باستخدام الليزر فى صور متعددة وبسرعة كبيرة . مرجع Ready [١] يشرح كيفية إستخدام الليزر فى هذه التقنية .

تقنية الرسومات بالليزر Laser Graphic

شاع استخدام الرسومات بالليزر على المواد المختلفة نظرا للقدره على التحكم فى شعاع الليزر وتوجيهه بدقة بالغة .

فى مجال تكنولوجيا المعلومات لا ننسى ذكر الاسطوانات الضوئية المستخدمة أيضا فى الأغانى والأفلام والمتاحة حاليا بالأسواق فى العالم كله . كذلك طابعات الليزر والـ scanner.

تطبيقات الليزر فى مجال الطاقة النووية .

من المعروف أن الطاقة النووية يمكن الحصول عليها عن طريق الإنشطار النووى مثل القنبلة النووية باستخدام اليورانيوم المشع أو الإندماج النووى مثل القنبلة الهيدروجينية . الطريقة الثانية تولد طاقة حوالى ١٠٠ مره ضعف الطريقة الأولى وهى تحتاج لطاقة هائلة لبدءالاندماج والتى قد تعادل طاقة القنبلة الذرية من أجل الوصول لمستوى درجات حراره عاليه . فكر العلماء فى إستخدام الليزر بطاقات هائلة فى هذا المجال ومازالت الأبحاث جارية خلف الأسوار .

يقوم العلماء حاليا بمحاولة إستخراج اليورانيوم المشع من اليورانيوم الخامل باستخدام الليزر أيضا نظرا لأنه يحقق نجاح أفضل من الطرق التقليدية التى تسبب فقدا يقدر بحوالى ٤٠ % من خامة اليورانيوم المشع . ومازال البحث فى مجال الطاقة النووية يحوى أسرارا داخل معامل الدول المتقدمة .

خاتمة

فى هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء على إستخدامات الليزر فى مجـال الصناعـة والتكنولوجيـا . ويتضح الآن مدى أهمية هذه التقنية فى التطبيقات المتعدده فى هذا المجال والتى أصبح لا مناص منها وهى بالفعل تمثل أحد أعمدة الثورة التكنولوجية الثالثة .

ويأتى السؤال الآن أين نحن من هذه الثورة التكنولوجية هل نكتفى باستيراد هذه التكنولوجيـا أم يجب علينا الدخول فى ركب الثورة والتأثير فيها بعلماء عرب مصريين لهم القدرة على التطويـر ولكنـهم يحتاجون المناخ المناسب والإمكانيات .

توصيات

كما ذكرنا فى الخلاصة أنه يجب الدخول فى مجال تطوير دراسة تكنولوجيات الليزر فى الميادين المختلفـة والتى تهتم بها سواء فى الصناعة أو الطب أو الزراعة . مواكبة ركب الحضارة والتكنولوجيا يتطلب توفير المناخ المناسب للبحث العلمى وتطوير التكنولوجيا . تعاون الجامعة مع الصناعة فى هذا المجال أمر واجب وضرورى ومن الموكد أنه أحد الطرق الأساسية للنهوض بمستوى التكنولوجيا فى بلادنا العربيـة حتـى لا نعتمد فقط على إستيراد التكنولوجيا .

REFERENCES

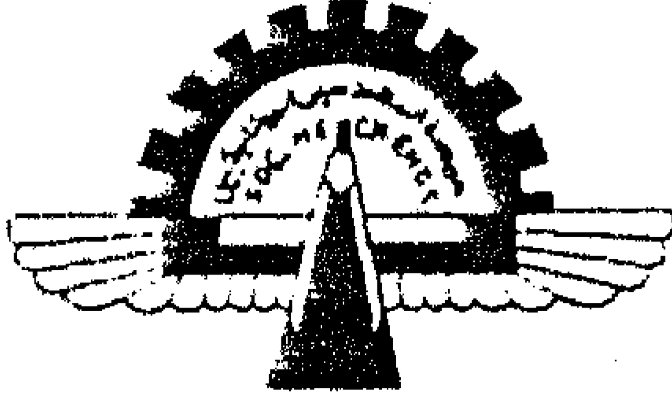
[1] J. F. Ready "Industrial Applications of Lasers", Academic Press, New York, 1997.

[2] F. Durst, A. Melling, and J. H. Whitelaw, "Principles of Practice of Laser Doppler Anemometry", Academic Press, New York, 1976.

[3] J. W. Bilbro, "Atmospheric Laser Doppler Velocimetry: An Overview", Opt. Eng. 19, 533, 1980.

جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها

1/2

دراسة هندسية عن تقييم أداء المعدات الميكانيكية المستخدمةفى مشروع حماية واتزان جسور ترعة السلام

دكتور مهندس / مجدى محمد عبد الحميد

أستاذ دكتور / فريد عبد العزيز طلبه

دراسة هندسية

عن

تقييم أداء المعدات الميكانيكية المستخدمة فى مشروع حماية واتزان جسور ترعة السلام

(التحليل الديناميكى وتحديد ترددات التشغيل)

د.م. مجدى محمد عبد الحميد ا.د. فريد عبد العزيز طلبه

قسم التصميم و هندسة الإنتاج

كلية الهندسة- جامعة عين شمس

الملخص

تختص هذه الدراسة بتحديد ظروف التشغيل المناسبة وخاصة تردد التشغيل الخاص بالشاكوش الهزاز أثناء عمليه دق الخوازيق حتى يتحقق الأمان المطلوب لجسور ترعه السلام في منطقة التشغيل، وقد وجد تباين شديد يصل الى حد التضارب في البيانات الخاصة بتحديد التردد الرنيني للمنظومة المكونة من المعدات المستخدمة في عمليه دق الخوازيق (ماكينة إنزال قوالب الصب، الشاكوش الهزاز، قالب الصب أو زنبة التوسيع والتربة)، وهذا التضارب واضح جدا فى المراجع العلمية. كما تؤكد جميع المصادر العلمية المختلفة بأنه لا توجد طرق حسابية دقيقة تستطيع تحديد التردد المطلوب في ظل الظروف والاعتبارات المتعددة والموجودة بالموقع لان طبيعة التربة وظروف التشغيل المحيطة تختلف من موقع لأخر ومن مكان لأخر في نفس الموقع.

وقد أستخدم القياس المباشر للترددات الرنينية الحرجة في الموقع وكذلك قياس المتغيرات الديناميكية الأخرى وتم تحليل النتائج بأسلوب التحليل الطيفى ثلاثى الأبعاد والتي تساعد علي اتخاذ قرار فني سليم بخصوص تحديد ظروف التشغيل المناسبة في الموقع. وقد أوضحت النتائج ضرورة إتباع أسلوب معين أثناء عملية إنزال قوالب الصب بالإضافة الى تحديد مجال ترددات التشغيل الآمنة.

١. مقدمة

يهدف مشروع حماية وإتزان جسور ترعة السلام فى مراحله المختلفة إلى عدة أهداف قومية منها المحافظة على طبيعة مياه الترعة ومنع التسرب المائى من وإلى الترعة بالإضافة إلى حماية واتزان جسور الترعة، ويتم ذلك من خلال تنفيذ حائطى الخوازيق الخرسانية المسلحة وخوازيق البنتونايت المائلة. ولما كانت جسور ترعة السلام ذات طبيعة خاصة نظرا لتخليقها من ردم بعض المناطق من بحيرة المنزلة فكان لزاما إقتراح منظومة هندسية مصرية للتعامل مع متطلبات هذه الجسور حيث تم إقتراح وتصميم وتنفيذ المنظومة الميكانيكية بالكامل بخبرة مصرية، وتتكون هذه المنظومة من مجموعة من ماكينات إنزال قوالب الخوازيق بأسلوب الإزاحة الكاملة (ماكينة إنزال قوالب الصب، الشاكوش الميكانيكى (أنظر ملحق (١))، قوالب الصب، محطة خلط البنتونايت).

وكان من أسس تشغيل هذه المنظومة هو تحديد ظروف التشغيل المناسبة وخاصة التردد الخاص بالشاكوش الهزاز أثناء عمليه دق الخوازيق حتى يتحقق الأمان المطلوب لجسور ترعه السلام في هذه المنطقة طبقا لما ورد بالمراجع [١-٦] فى هذا المجال يتأكد أن هناك نوعا من التضارب في البيانات الخاصة بتحديد التردد الرنيني للمنظومة المكونة من المعدات المستخدمة في عمليه دق الخوازيق (الشاكوش الهزاز و قالب الصب أو زنبة التوسيع و التربة) كما تؤكد جميع المصادر العلمية المختلفة بأنه لا توجد طرق حسابيه دقيقه تستطيع تحديد التردد المطلوب في ظل الظروف والاعتبارات المتعددة والموجودة بالموقع وأننا نرى أن هذا التضارب شئ طبيعي ومتوقع لأن طبيعة التربة وظروف التشغيل المحيطة تختلف من موقع لأخر ومن مكان لأخر في نفس الموقع.

ومما سبق يتضح أن الأسلوب الوحيد الذي يمكن أن يعتمد عليه في حل هذه المشكلة هو القياس المباشر للترددات الرنينية الحرجة في الموقع وكذلك قياس المتغيرات الديناميكية الأخرى التي تساعد علي إتخاذ قرار فني سليم بخصوص تحديد ظروف التشغيل المناسبة في الموقع.

٢. تصميم التجارب الحقلية وتحديد المعدات الأجهزة

قد تم تصميم التجارب التي تتم بالموقع علي أساس بعض الاعتبارات الحاكمة و هي:

١- لا يوجد مصدر إشارات تحكم للإهتزازات الخاصة بالمنظومة ككل ومن ثم فإنه من الصعوبة بمكان إستثارة المنظومة باهتزازات خاصة مستقرة.

٢- لا يوجد مصدر لاستثارة المنظومة بصدمات Shocks مقننة يمكنها تحديد الترددات الرنينية المطلوبة.

لذلك فقد إرتأينا الاعتماد في القياسات علي حالات التشغيل العابرة Transition periods مثل فترات بدء التشغيل وفترات إيقاف التشغيل من والى السرعة القصوى لتردد الشاكوش الهزاز، ويجب أن ننوه أن الاعتماد علي هذه الفترات العابرة مناسب تماما لتحديد البارامترات الحاكمة في التحليل الديناميكي للمنظومة.

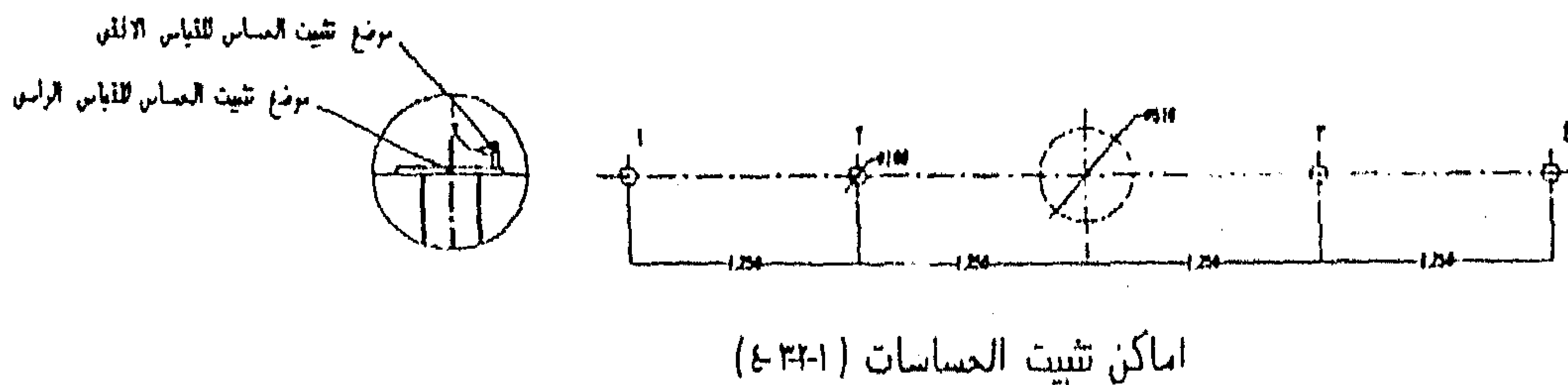
وبناء علي ما سبق فقد قمنا بتحديد نوعيات الأجهزة المناسبة لهذا النوع من الاختبارات و هي كالآتي:

١- جهاز قياس التحليل الطيفي Spectrum Analyzer حتى يمكن قياس وإظهار وتسجيل الطيف الخاص بالاهتزازات المقاسة في الفترات العابرة السابق الإشارة إليها والجهاز المستخدم من شركة HP.

٢- حساس قياسي الاهتزازات Accelerometer وما يتطلب من معدات أخرى مثل المكبرات من Charge Amplifier وكذلك جهاز محدد الإشارة Vibration Level Limiterالمقاسة (عجلة- سرعة- إزاحة) واختبار المستوى المناسب لها، وهذه الأجهزة من شركة B&K.

٣- جهاز لقياس المستوى الكلي للاهتزازات Overall Vibration Level حيث يمكن قياس مستوى الاهتزازات في صورة Peak أو في صورة RMS أو متوسط تلك القيم، ومن ثم يمكن عمل التقييم الكلي للاهتزازات أثناء دق الخازوق، والجهاز المستخدم من SCHENCK and B&K.

شكل (١) يوضح مخططا يبين أماكن تثبيت الحساسات عند نقط القياس المختلفة وأبعادها عن الخوازيق التي تم تنفيذها حيث يمكن ملاحظة الأتي:



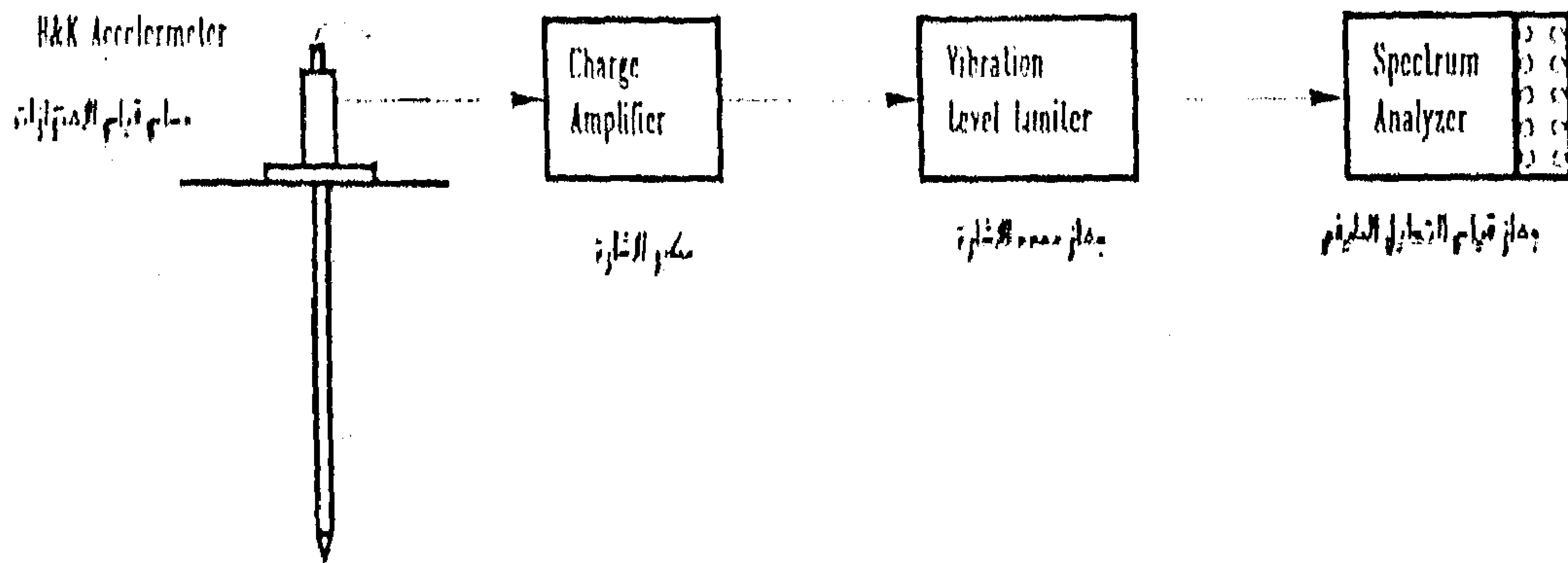
اماكن تثبيت الحساسات (١-٢-٣-٤)

شكل (١). مخطط يبين أماكن تثبيت الحساسات عند نقاط القياس المختلفة

١. أن بعد نقطه القياس عن مركز الاهتزاز (مركز الخازوق) يساوى ١.٢٥متر وهو بعد شائع في المراجع الخاصة بقياس الاهتزازات في أمثال هذه الحالات.

٢. وضع الحساس علي زاوية من الصلب ملحومة في ماسورة يتم دقها عند نقطة القياس، وقد صممت لذلك ماسورتان إحداها بطول ٢ متر والأخرى بطول ٤ متر.
٣. تم تصميم موضع الحساس بحيث يمكن قياس الاهتزازات في الاتجاه الرأسي وفي الاتجاه الطولي للترعة و كذلك في الاتجاه العمودي علي محور الترعة، حيث يمكن تثبيت الحساس بحيث يكون إتجاه القياس المطلوب مطابقا للمحور المناظر لأقصي حساسية للجهاز.

وحيث أن عملية دق الخوازيق تتم علي مرحلتين: الأولى عبارة عن توسيع باستخدام زنبة تثقيب و الثانية عبارة عن إنزال قالب الصب، فانه يجب أن تتم القياسات أثناء كل مرحلة علي حدة حتى نتبين أسوأ ظروف تشغيل يمكن الوصول أليها .
أما قياس المستوي الكلي للاهتزازات فقد تم قياسه علي بعد ٠,٥ .متر وكذلك ١,٢٥ متر من مركز الخازوق. وشكل (٢) يبين مخطط صندوقي لكيفية توصيل منظومة القياس باستخدام الأجهزة السابق الإشارة اليها.



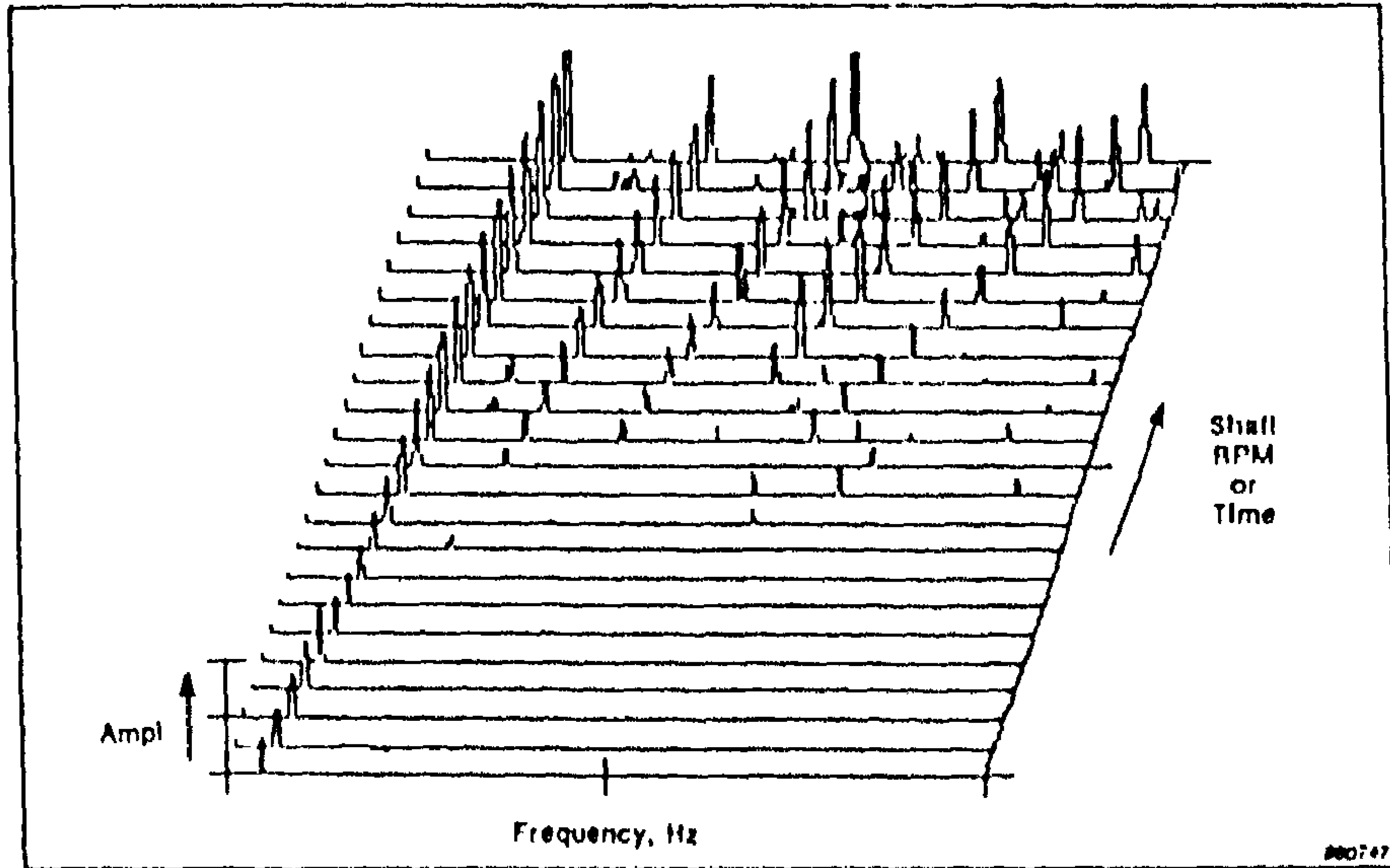
شكل (٢). المخطط الصندوقى لمنظومة القياسات الديناميكية المستخدمة فى منطقة الاختبارات الأولى بالمرحلة الثانية

٣. التحليل الطيفى ثلاثي الأبعاد

لدراسة تأثير سرعة الماكينة (تردد الشاكوش الهزاز) علي الاهتزازات الناتجة التي تحدث في التربة ، فإنه من المناسب استخدام خرائط التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد 3-dimensional spectral maps كتلك المبينة في شكل (٣) حيث يمثل المحور الرأسي يمثل سعه الاهتزازات Amplitude و الأفقي التردد Frequency و البعد الثالث هو الزمن الذي تحدث في خلاله الفترة العابرة المراد تحليلها، وهو أيضا يمثل تغير سرعة موتور الشاكوش الهزاز في هذه الحالة.

والميزة الرئيسة التي تتميز بها هذه الخرائط ثلاثية الأبعاد هو أنه يمكن تمييز الاهتزازات Vibration modes الناتجة عن سرعة أو تردد الشاكوش الهزاز و تلك التي تنتج عن ظهور رنين في المنظومة System resonance و بالتالي يمكن للمصمم أن يختار تردد الشاكوش بعيدا عن الترددات الرنينية التي تظهر وفى نفس الوقت يمكن التحكم في بارامترات الاهتزازات الناتجة مباشرة عن سرعة الماكينة حتى نصل إلي ظروف تشغيل مناسبة بحيث لا تؤثر علي سلامه الجسور في ترعه السلام.. فإذا كان الطيف Spectrum ذا أثر مائل بالنسبة للمحور الثالث فإن ذلك يكون

بتأثير السرعة أما إذا كان الأثر موازيا للمحور الثالث فيكون ذلك نتيجة للترددات الرنينية للمنظومة، وبالتالي يمكن تمييز ذلك بسهوله من خلال خرائط التحليل الطيفي ثلاثي الأبعاد السابق الإشارة إليها.



شكل (٣). خرائط التحليل الطيفى ثلاثية الأبعاد

وسوف نستخدم هذا الأسلوب في جميع التجارب التي سوف نقوم بها في الموقع إن شاء الله وذلك بجانب قياس المستوى الكلى للاهتزازات أثناء دق الخوازيق وقد أستخدم جهاز التحليل الطيفي من شركة HP لتسجيل سجل زمني كامل للاهتزازات خلال الفترة العابرة و علي مدى زمن يمكن اختياره ثم يتم تخزين هذا السجل في ذاكرة الجهاز حيث يتم تقسيم هذا السجل إلى سجلات فرعيه بواسطة نوافذ زمنية Time windows يمكن اختيار طولها. ثم يقوم الجهاز باستنتاج الطيف المناظر لكل نافذة ويقوم برصمها الواحد تلو الأخر في خريطة التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد والتي تخضع فيا بعد للتحليل والاستنتاج.

٤. النتائج

قد تم تسجيل بعض النتائج أثناء عمليه دق الزنبة أو دق قالب الصب لعدد ٢ خازوق كما ذكر سابقا، وخرائط التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد قد سجلت والأشكال المرفقة فى ملحق (٢) يبين بعض العينات الخاصة بهذه الخرائط، أما النتائج الكاملة فقد تم تسجيلها علي شريط فيديو، حيث يوضح ما تم بالموقع كما يحتوى علي خرائط التحليل الطيفي التي تم الحصول عليها. وبدراسة هذه الخرائط أمكن التوصل إلى النتائج الهامة الأتية:

أولا: سجلات خرائط الطيف ثلاثية الأبعاد: انظر ملحق (٢)

أ- القياسات فى الإتجاه الرأسى

شكل (١) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزازات في الاتجاه الراسي عند إجراء التثقيب الإبتدائى باستخدام زنبة تثقيب للخازوق رقم (١) ووجد أنه يوجد تردد في المدى من ٧ إلى ٩ هيرتز (Hz)، كما وجد تردد رنينى أخر أقل في الشدة عند ١٧,٥هيرتز.

ب- القياسات في الإتجاه الأفقي

١- شكل (٢) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزازات عند استخدام زنبة التثقيب الخاصة بالخازوق رقم (١) في اتجاه محور الترعة ووجد أن الترددات الرنينية الحرجة هي ١٥,٦٩ هيرتز و ٤٣,٨٨ هيرتز، والأخير أضعف في الشدة من الأول.
٢- شكل (٣) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزاز عند استخدام زنبه التوسعة الخاصة بالخازوق رقم (٢) حيث وجدت الترددات الرنينية الآتية: ١٦.١ هيرتز، ٣٤.٥٥ هيرتز.
٣- شكل (٤) من ملحق (٢) يبين طيف الاهتزاز عند إنزال قالب الصب للخازوق رقم (٢) وهو تم تحديد الترددات الرنينية الآتية: ١٥.٨٢ هيرتز، ٣٥.٤٤ هيرتز.
٤- شكل (٥) من ملحق (٢) يبين طيف الاهتزاز لنفس الحالة السابقة ولكن هذه المرة مع زيادة سرعة الشاكوش الهزاز، بينما الحالات الأربع السابقة كانت تتم عند الإيقاف، حيث وجدت الترددات الرنينية الآتية: ٢٨,١٤، ٥٧,٣٣، ٥٢,٤٦ هيرتز.

و يجب أن ننوه بأن جميع القياسات السابقة قد تم تسجيلها عندما كان الخازوق علي عمق ١٢ متر من سطح الأرض، لأن الزنبة أو القالب كانت تغوص في التربة تحت تأثير وزن الشاكوش الهزاز دون استخدام الذبذبات حتى يصل إلى حوالي ١٢ متر فيتم التشغيل وجميع القياسات و الأرقام السابقة الذكر تم تسجيلها مباشرة من علي شاشة الجهاز أثناء إجراء التجارب، وقد قررنا إجراء ذلك نظرا لصعوبة التصوير الدقيق للنتائج في الموقع حيث تكون الشمس ساطعة و شدة الإضاءة عالية.

ثانيا: سجلات المستوي الكلي للاهتزازات

تم قياس المستوي الكلي للاهتزازات عند نقطه قياس علي بعد ١.٢٥ متر من مركز الخازوق و أثناء إنزال قالب الصب للخازوق رقم (١) حيث سجلت سرعة الاهتزازات ووصلت قيمتها ١٥ ملليمتر/ثانية RMS و تعتبر النتيجة اقل من نصف القيمة المسموح بها في مثل هذه الحالات.
تم قياس المستوى الكلى للاهتزازات عند نقطة قياس على بعد ١.٢٥متر من مركز أحد خوازيق الروبيرات ويقع على الجانب الأخر من منطقة الأرصاد المكثفة وعلى بعد حوالى ٠,٥ متر من صف خوازيق الاستقرار حيث لوحظت مدى قوة الجسر إذا قورن بخط الخوازيق المجاور للترعة مباشرة.

- أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه الطولى للترعة عند بدء التشغيل واثناء دق زنبة الروبير تساوى ٢٦.١ مم/ثانية.
- أقصى سرعة للإهتزازات فى الاتجاه الطولى للترعة عند الوصول الى العمق المطلوب والإيقاف تساوى ١٨ مم/ثانية.
- أقصى سرعة للاهتزازات فى الإتجاه الراسى عند دق نفس الزنبة يساوى ١٠ مم/ثانية.
- تم قياس المستوى الكلى للاهتزازات عند دق قالب الصب لنفس خازوق الروبيرات وعلى بعد ١.٢٥ متر فوجد أن أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه الطولى للترعة تساوى ١٠,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه العمودى على الترعة تساوى ٣,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه الراسي تساوى ٤.٥ مم/ثانية.
- تم قياس المستوى الكلى للاهتزازات لنفس الحالة السابقة و على بعد ٢.٥ متر فوجد أن أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه الطولى للترعة تساوى ٢.٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه العمودى على الترعة تساوى ١.٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للإهتزازات فى الإتجاه الراسي تساوى ١.٢٤ مم/ثانية.

بحساب التردد الرنينى للشاكوش الهزاز نفسه وجد أن قيمته تساوى ١,٧٨٤ هيرتز.

وبمقارنة هذه القيمة بالترددات الرنينية التى سبق الحصول عليها نجد انه لا يوجد أى تطابق فيما بينها الأمر الذى يؤكد أن التردد الرنينى للشاكوش الهزاز نفسه ليس له علاقة بالترددات الرنينية التى حصلنا عليها سابقاً، وبذلك فإنه يستبعد من الحسابات كسبب مباشر فى شدة الإهتزازات.

التردد الرئيسي للشاكوش الهزاز

قد يتبادر إلى الذهن أن التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه من المحتمل أن يكون متطابقا مع أحد الترددات الرنينية التي سبق الحصول عليها .وإذا حدث هذا فان تصميم الشاكوش الهزاز يكون في حاجه إلى تعديل. لذلك فيجب علينا حساب قيمه التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه للتأكد من أن قيمتها لا تكون السبب المباشر في اهتزاز التربة بطريقه غير مرغوب فيها.

وفيما يلي نورد طريقه حساب التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه من خلال عرض التوصيات والخلاصة.

٤. التوصيات والخلاصة

بالإشارة إلى الترددات الرنينية الحرجة التي سبق الحصول عليها فانة من الواضح أن قيمتها تقع في النطاقين من (١٤-١٦) هيرتز (٣٣-٣٦) هيرتز و قد لوحظ أيضا أن اتساع الطيف لم يتجاوز ثلاث سجلات متتالية، الأمر الذي يمكننا من تحديد نطاق الترددات المحظورة بقيمة ٢٥% من التردد الرئيسي و بذلك فان تردد الشاكوش الهزاز يجب أن يكون اقل من ٧٥% من التردد الرنيني أو أكبر من ١٢٥% من ذلك التردد و باعتبار التردد الرنيني في النطاق المنخفض ١٦ هيرتز علي أسوأ تقدير فان تردد التشغيل يمكن أن يكون أقل من ١٢ هيرتز أو أكبر من ٢٠ هيرتز و كذلك أيضا باعتبار التردد الرنيني في النطاق الثاني ٣٣ هيرتز فان تردد التشغيل يمكن أن يكون أقل من ٢٥ هيرتز أو اكبر من ٤١ هيرتز تقريبا و من ثم فإننا نرى أن:

- تردد تشغيل الشاكوش الهزاز المستخدم (٢١ هيرتز) تعتبر مناسبة تماما لأعمال تنفيذ الخوازيق بهذا الموقع.
- يجب أن يتم تشغيل موتور الشاكوش الهزاز و الوصول إلى سرعته القصوى قبل أن تتلامس زنبة التثقيب الابتدائي أو كعب قالب الصب مع التربة. وإذا توقفت الماكينات أثناء إنزال الزنبة أو قالب الصعب قبل الوصول إلى العمق المطلوب فيجب أن يتم شد الزنبة أو قالب الصب إلى أعلي بمسافة مناسبة ثم يتم إعادة تشغيل موتور الشاكوش الهزاز حتى يصل إلى السرعة القصوى مرة أخرى ثم يستأنف الإنزال.
- يجب أن يتم مراقبة هذه الظروف من قبل طاقم الأشراف بالموقع و بكل دقة.
- يجب تكرار القياسات و الأرصاد السابقة الذكر في مناطق الأرصاد المكثفة و المحددة سلفا حتى يتم التأكد من ظروف التشغيل المناسبة في كل منطقة من مناطق الموقع بالبرين الأيمن والأيسر.
- يجب مراقبة حاله الجسر اثناء التنفيذ في حاله حدوث أي ظواهر غير طبيعية قد تؤثر علي سلامة الجسور.

قائمة المراجع

١-*Bowles, J.E, (١٩٩٩),* "Foundation Analysis and Design", McGraw Hill, Inc., ٥th Edition, New York.

٢- *IMECO Company, Austria (٢٠٠٠),* Specialist in Manufacturing Pile Driving Vibrators.

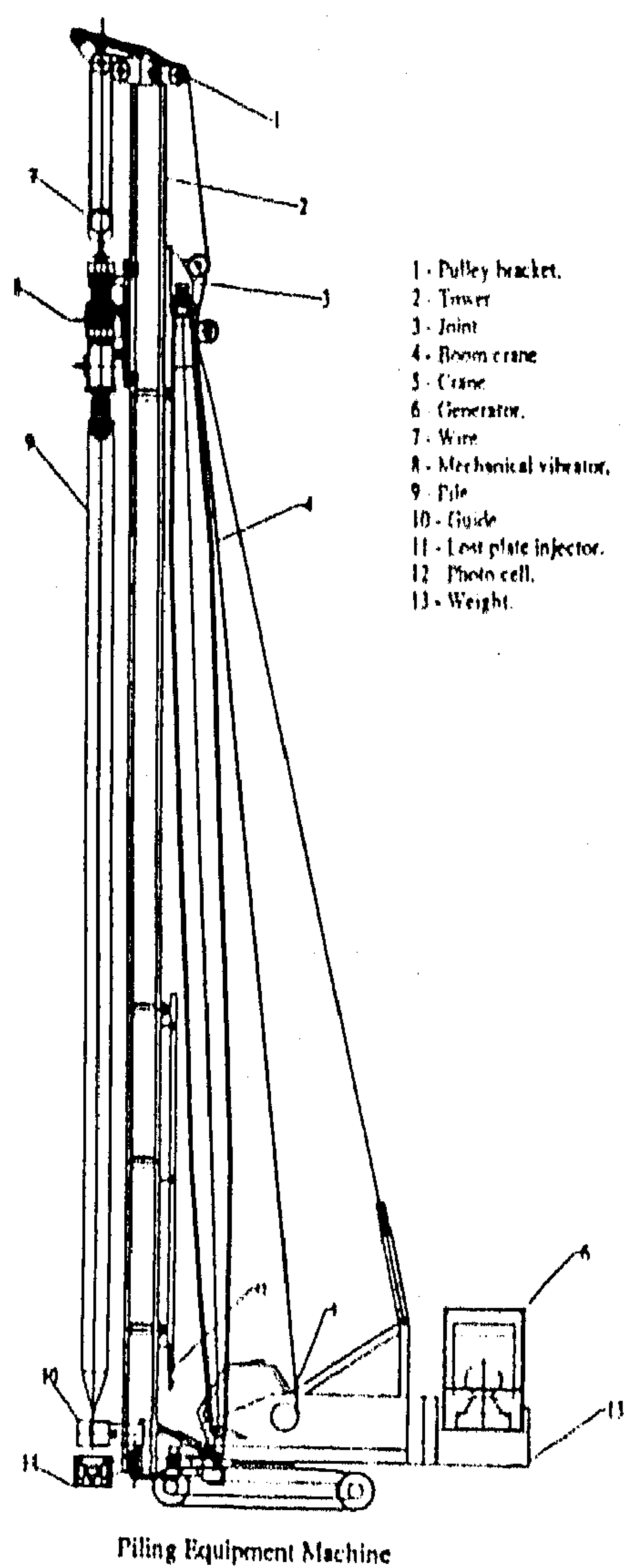
٣-*Prakash,* S. *and Sharma, H.D., (١٩٩٨),* "Pile Foundations in Engineering Practice", John Wiely & Sons, Inc., New York,

٤-*Pun, VK. and Prakash, S., (١٩٩٢),* "Observed and Predicted Response of Piles Under Dynamic Loads", ASCE, Geotechnical Special Publication No.٣٤, pp.١٥٣-١٦٩, Edited by S.Prakash, New York.

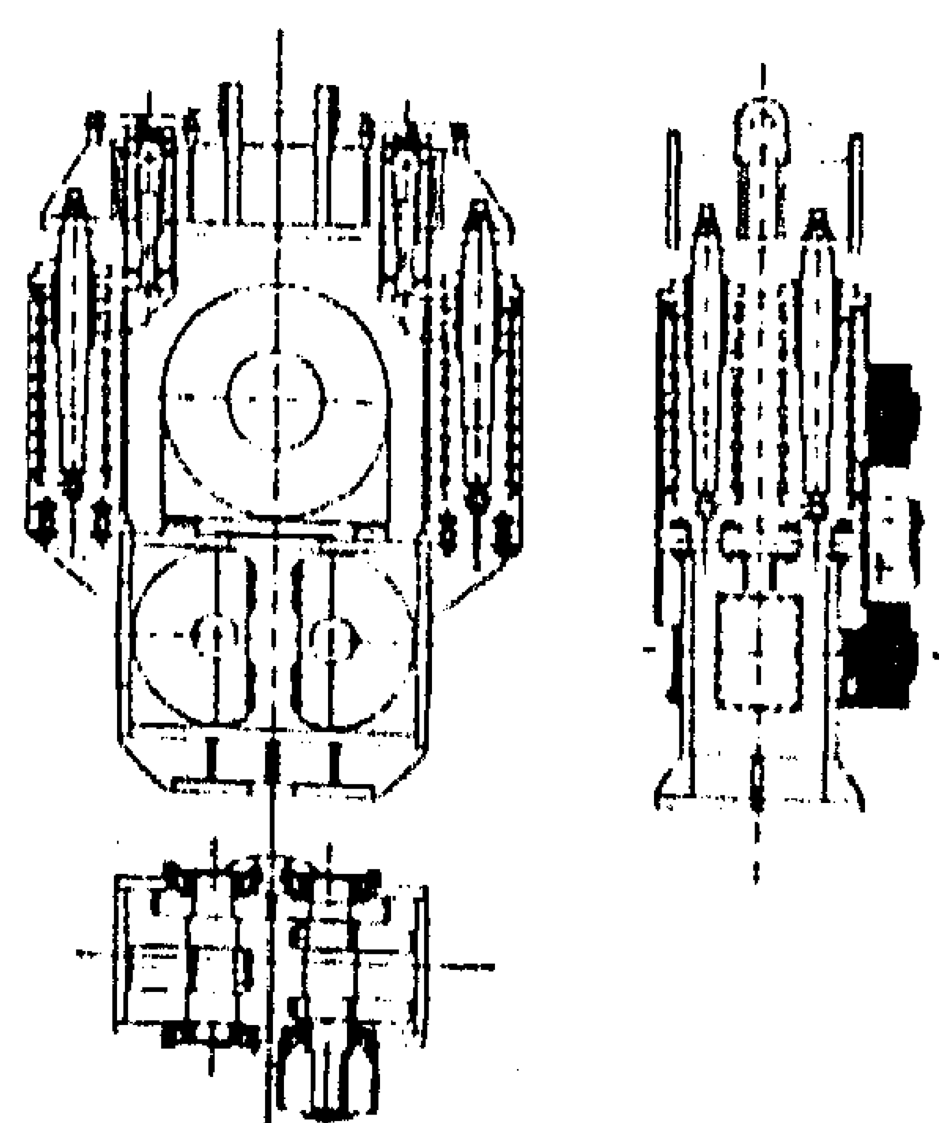
٥-*Rich art, IKE.; Hall, JR. and Woods, RD., (١٩٩٩),* "Vibrations of Soils and Foundations", Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

٦-*Terwghi, K. and Peck, R., (١٩٦٧),* "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley & Sons Inc., New York.

ملحق (١)

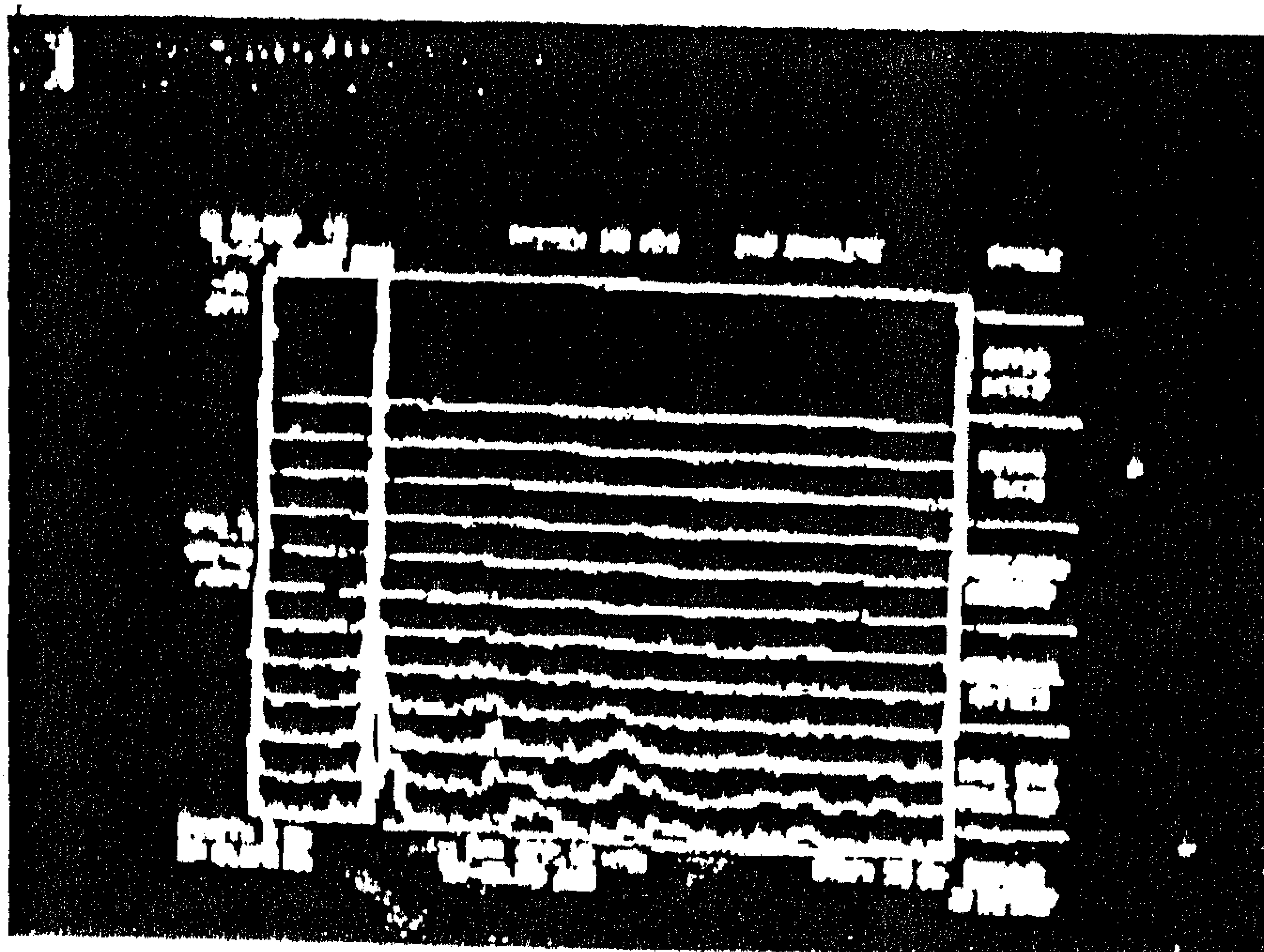


Piling Equipment Machine

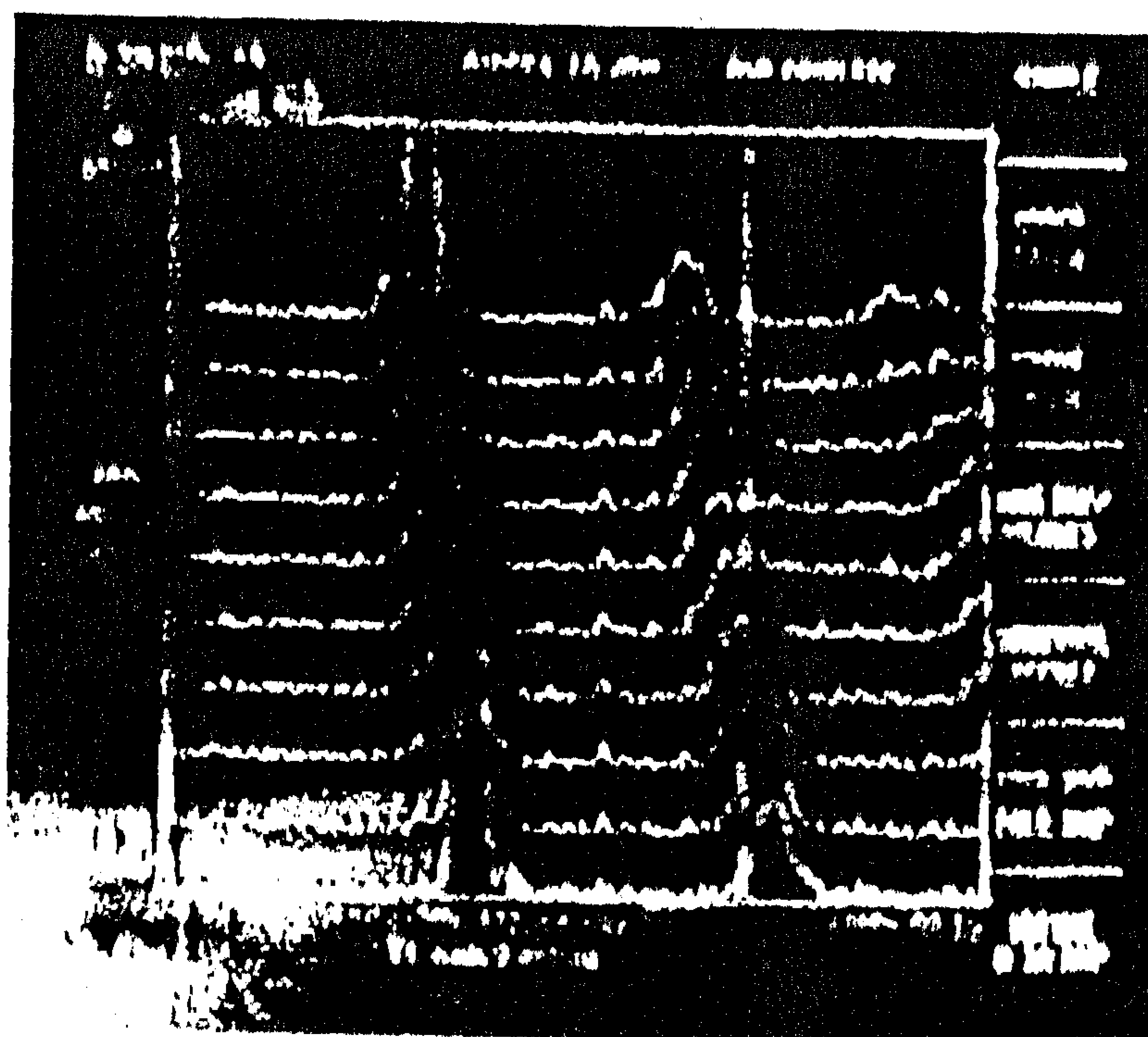


مقطع في الشاكوش الهزاز

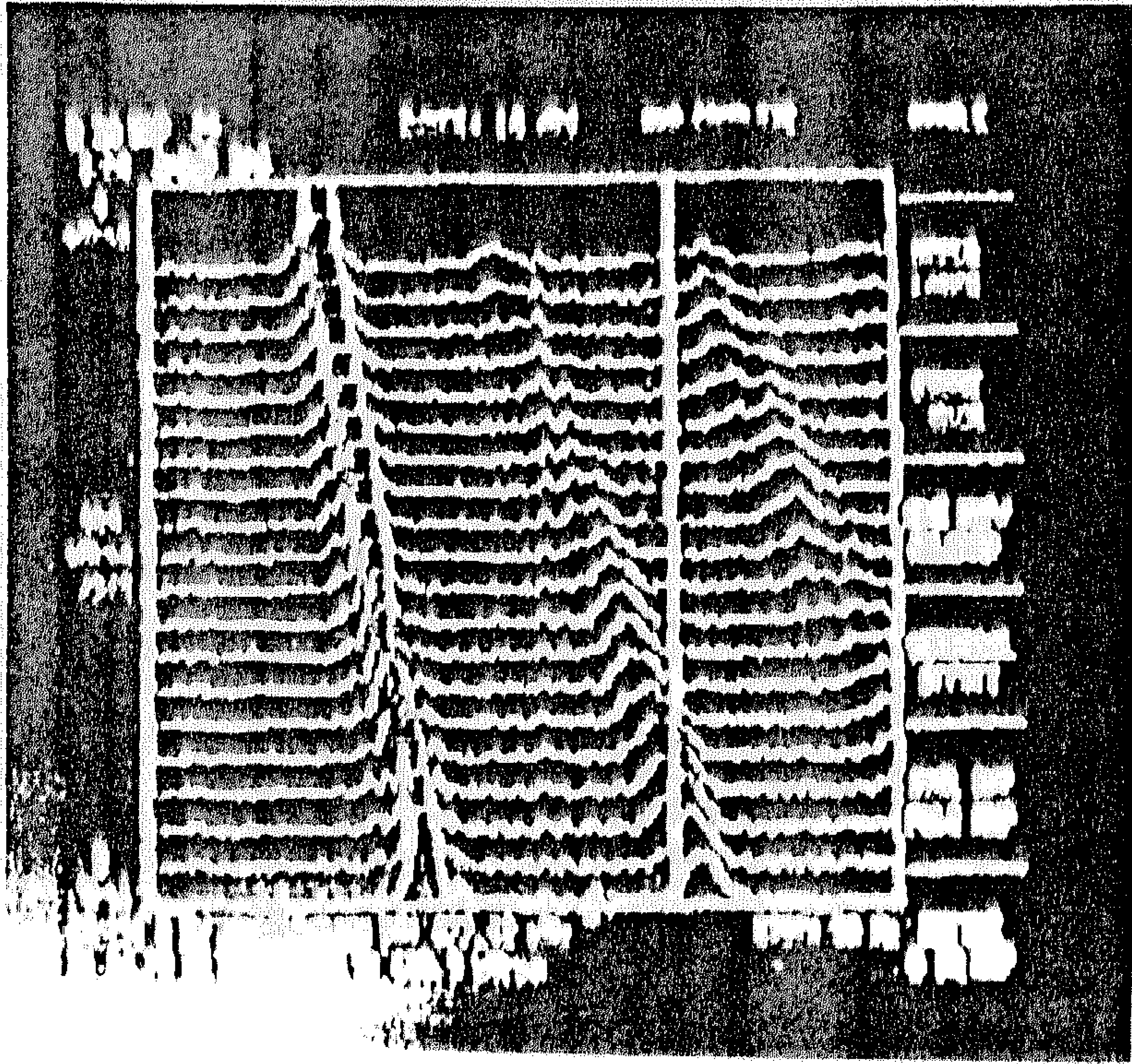
ملحق (٢):



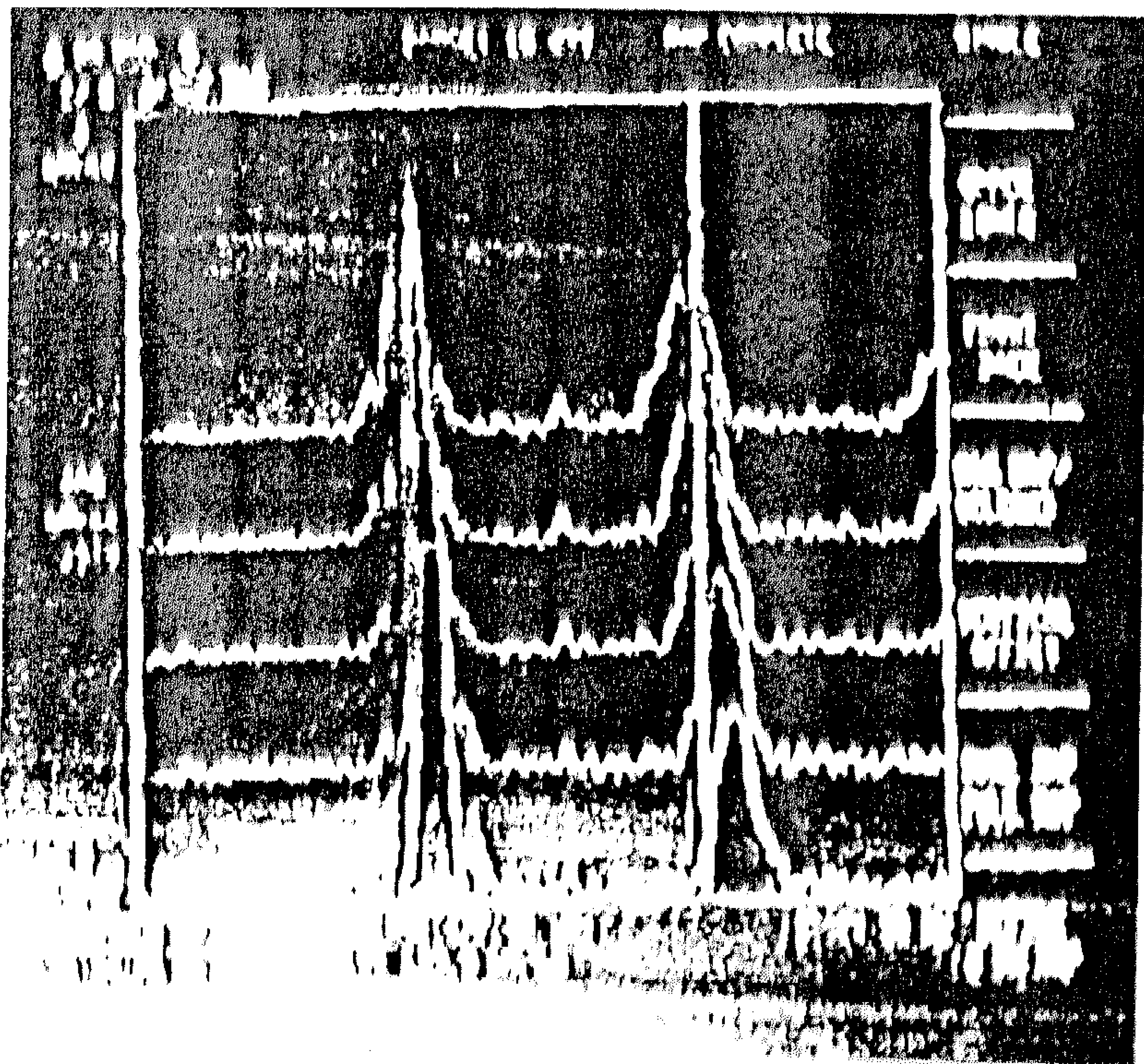
شكل (١) طيف الاهتزازات في الاتجاه الرأسي



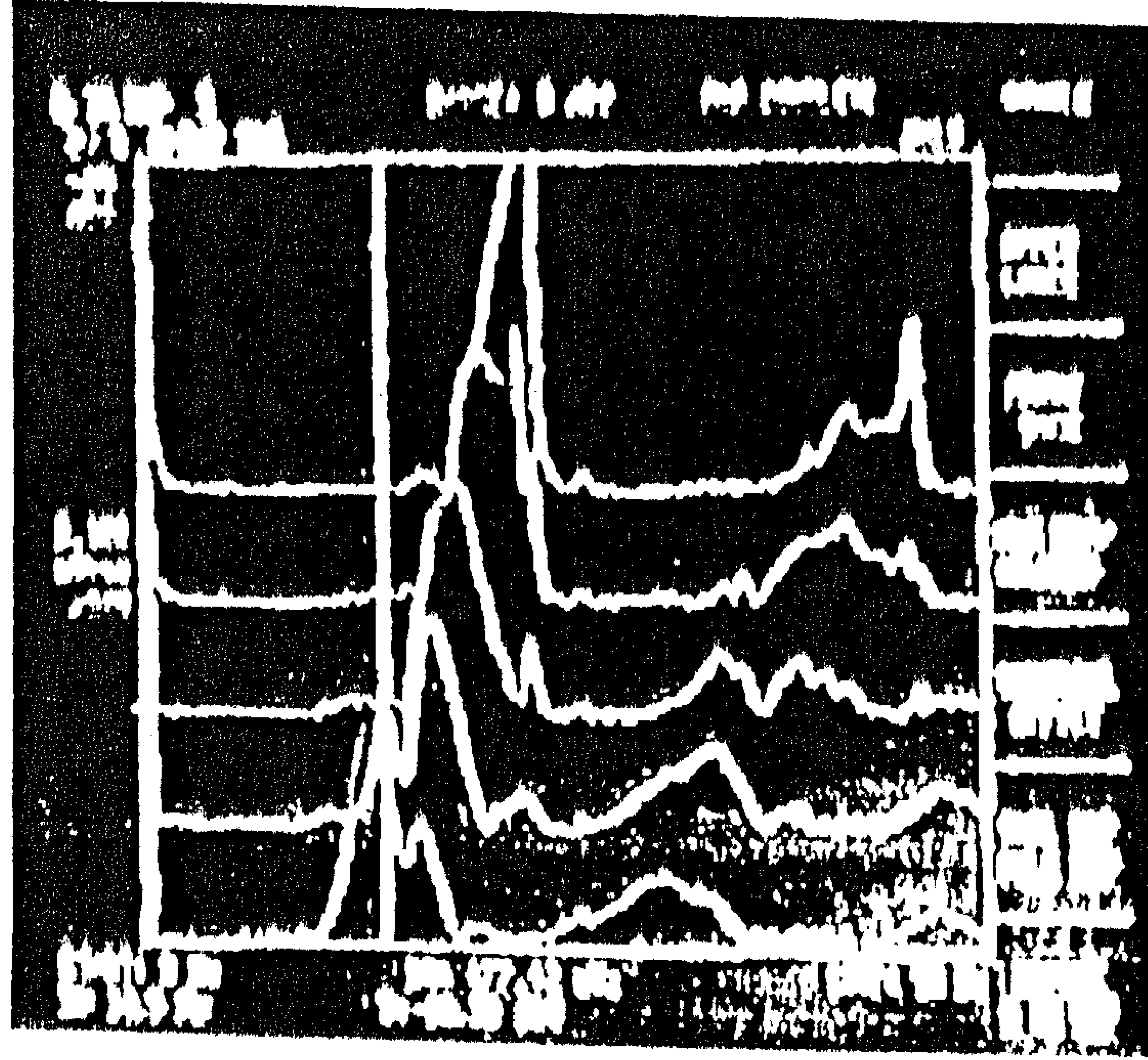
شكل (٢) طيف الاهتزازات عند استخدام زنبة التثقيب الخاصة بالخازوق رقم (١)



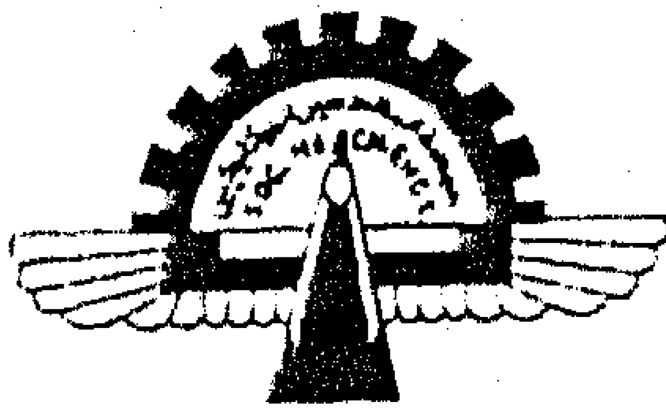
شكل (٣) طيف الاهتزازات عند إستخدام زنبة التثقيب الابتدائي الخاصة بالخازوق رقم (٢)



شكل (٤) طيف الاهتزازات عند إنزال قالب الصب للخازوق رقم (٢)



شكل (٥) طيف الاهتزازات عند استخدام زنبة التثقيب الابتدائي الخاصة بالخازوق رقم (٢) مع زيادة سرعة الشاكوش الهزاز



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

2/2

مشروع تصميم وتصنيع واختبار الدوائر المتكاملة

أستاذ دكتور / عوض مختار هلوده
أستاذ دكتور / فوزى إبراهيم

INTEGRATED CIRCUIT DESIGN, FABRICATION AND TESTING

By

Dr. A. Mokhtar Hallouda **Dr. Atalla I. Hashaad** **Dr. Khaled A. Shehata**
Dr. Fawzy Ibrahim **Eng. Khaled M. Morsy** **Eng. Ehab Adly**

ABSTRACT

The objectives of this project are establishing a nucleus of a design center for VLSI technology applications, building up professional experience of EDA software packages and experiencing the design flow starting from design specs to prototype testing. To achieve these objectives, a simple calculator is chosen as a pilot project. It performs the basic arithmetic operations (addition, subtraction, multiplication, and division).

The design steps for each of the calculator modules are: input/output assignment, control signals definition, problem solution algorithm, design partitioning and structuring, function simulation and finally module encapsulation. The design synthesis is done based on Mentor Graphics EDA tools. The target technology is AMS CMOS 0.8 μm. The implemented chip is fabricated at the manufacturer plant (Fraunhofer IIS-A). The silicon area of the fabricated chip is 10 mm^2. The maxim operating frequency is 25 MHz.

The calculator PCB is designed and produced according to the pin layout of the fabricated chip, keypad and the LCD. The assembled prototype passed the function tests and ready for mass production.

1 - INTRODUCTION:

The chosen project *(Calculator Design, Implementation, Fabrication and Testing)* is a technology demonstration project. Through the steps of implementing this project, all factors that lead to the success of the design center are practiced. The calculator specifications are well defined. The whole project has been divided into eight main modules as shown in the simplified block diagram of Fig. 1. Each module is divided into sub-modules, each sub-module is divided into sub-sub-modules and so on. The design is a hierarchical one. Each module in this hierarchy has its own specified architecture and input/output ports as will be discussed in details in the calculator architecture section.

2 - THE DESIGN FLOW:

The usual design flow of such a big project is to start with the specification of the whole project and partition the project into main modules. Some of these modules which are the KEYPAD and the LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) will be

outside the Application Specific Integrated Circuit (ASIC) chip and the design flow is as follows:

- The interfaces of these modules with the ASIC Chip are well specified.
- the ASIC Chip is partitioned into sub-modules and this is what is called TOP-DOWN design and BOTOM-UP implementation methodology.
- The simulation output is compared with the specification of the sub-module and iterations are performed until the objective and satisfactory simulation results are reached.
- The integration of the sub-modules is performed to reach the planned module specifications. After the design and simulation phases of all modules have been done, the integration of all modules is performed to produce the desired chip. The simulation of the whole ASIC Chip is completed.
- A test bench is written in VHDL to do exhaustive test of the ASIC Chip associated with its input/output interfaces. Some test points in the critical paths of the design were added to the input/output ports for the purpose of fault diagnoses of the prototype.
- The schematic of the designed chip along with the input/output pads is then translated into a layout. The DESIGN RULE CHECK (DRC) is performed to meet the fabrication plant production specifications (AMS CMOS 0.8 μm technology). This check prevents any violation of the geometrical specification supplied by the fabrication foundry. The LAYOUT VERSUS SCHEMATIC (LVS) check is also performed to make sure that the AUTOMATIC LAYOUT GENERATION (ALG) is done correctly.
- The parasitic extraction is done to extract the layout parasitic capacitance and resistance added to the design due to the interconnects. The post layout simulation is performed after adding all parasitic components to study their effects on the chip performance.
- In order to compensate for the added delay due to the parasitics, some modifications for the critical modules are done.
- After satisfactory accepting the behavior of the circuit, the layout is translated into the GDSII format, which accepted and understood by the fabrication foundry. The design is fabricated on the run of March 2000.
- During the fabrication time, the design and fabrication of the Printed Circuit Board (PCB) that contains the chip along with the keypad and the LCD is done.
- The hardware test setup of the calculator is defined. After receiving the fabricated chip, the integration and testing of the calculator is done and passed the acceptance test.

3 – THE CALCULATOR ARCHITECTURE:

The calculator consists of three main parts. The first part is the Keypad. It consists of four columns and six rows. The pressed Key will connect the row

number m with the column number n. The Keypad can contain up to 24 keys. These keys are ten for the numbers from 0 to 9, one for the decimal point, four for the +, - , x , / functions , = and the +/- key. The second part is the LCD. According to the Data sheet of the chosen LCD, its driver module is built as a part of the Chip. The last part is the ASIC Chip. It has been partitioned into six main modules as shown in Fig. 2. The following sub-sections explain these modules in detail.

3 . 1 INPUT CIRCUIT

Input circuit module, as shown in Fig. 3, is the chip interfacing with the keypad through the PCB. It feels the pressed key through its row and column and then encode it into Binary Coded Decimal (BCD). The circuit operation depends on scanning the buttons of the keypad. When there is no button is pressed, the no operation is encoded and a zero is displayed. When the scanning circuit feels a button is pressed the input circuit will detect that button. The output of this circuit shows if the pressed button is a digit (0 to 9) or an operation (- , / , x , + , C , AC , decimal point).

When a digit is pressed, a counter will start counting indicating that this is the first pressed digit. This counter prevents entering more than eight digits per operand. A de-bounce sub-module is implemented to prevent duplicating the pressed key. When an operation is pressed (except the decimal point) the counter is cleared to start counting the number of digits of the second operand.

The pressed key will connect one of the matrix columns to one of its rows. When any key is pressed, a 6 to 3 encoder will give a key detect signal to the de-bounce module. The de-bounce module will detect if the pressed key is a data or operation and output either a data latch or operation latch, to enable the next stage to receive the coming data.

3.2 CONTROL UNIT:

The main controller controls all the operations of the calculator. Also, it contains the status register that holds and memorizes the states of all the calculator modules. The structure of this module, as shown in Fig. 4, contains the following sub–modules:

1. Signal router module
2. Shifter
3. Control (1)
4. Clock block
5. Fraction controller.

1. Signal router module:

It routes the 4 bit digit results from the divider, multiplier, and adder/subtractor outputs to the input of the result register D. The routing occurs according to the start-division, start-multiplication and start-addition signals respectively. It also routes the resultant fraction and the resultant sign to the output register according

to the operation being processed. Also it routes the entered digits from the keypad to the output register to be displayed during the entry mode.

2. Shifter:
The shifter circuit is responsible of the shift left or shift right for all input and output registers. During data entry the data is shifted left in the input register. During operation process the data is shifted right from the input registers to the ALU module.

3. Control (1):
The control (1) module generates the control signals to all the calculator modules. It generates the start_devide / start_mult / start_add signals for the divider, multiplier, and adder/subtractor according to the operation processed. It also generates the CLEAR signal to all registers according to the END flag from all the operating ALU modules. It contains the status register that decides during data entry, which one of the two operands is being entered. According to that it activates the first operand or the second operand register.

4. Clock block:
The clock block is responsible of generating a clock signal for each register. During multiplication operation the clock frequency of register B is one eighth that of the register A. this enables each digit of B to be multiplied by all digits of A. In addition operation both A and B clocks are equal. We have only four register modules in the whole design. During the multiplication process, two registers are cascaded as a result register and the other two registers holds the two operands A and B. During the division process we have only one register as an output register and the other three registers act as input registers. While during addition operation the C register is not used and only three registers are used A, B and D.

5. Fraction controller:
The fraction controller is responsible of calculating the resultant fraction according to the input fractions. During multiplication it adds the number of fraction digits in both operands. In addition operation the resultant fraction is the larger one with aligning the other register fraction, and so on. It also detects if either operands has a zero fraction to be used by the other modules.
Finally, the main controller is the module which routes the signals among all modules and controls their operation.

3.3 ARITHMATIC LOGIC UNIT (ALU):
The arithmetic and logic unit, as illustrated in Fig. 1, consists of three main modules: the adder/subtractor circuit, multipliers circuit and divider circuit.

1 - ADDER / SUBTRACTOR CIRCUIT:

The adder/Subtractor circuit is a part of the ALU module shown in Fig. 5. It handles both addition and subtraction operations.

The adder / Subtractor circuit inputs are the operand A (4 bit), operand B (4 bit), sign of operand A, sign of operand B and the three bit fraction of both operand A and B. This fraction contains the binary number that represents the position of the decimal point of each operand.

When the decimal point is pressed through the keypad, a fraction counter starts counting the number of fraction digits in each operand and it is incremented each pressed digit. The adder starts adding the two operands digit by digit (4 bit by 4 bit). The alignment operation is processed in the module simply by calculating the number of fractions in both operands, then comparing them.

If operand A fraction is greater than operand B fraction, a zero is added with the least significant digit (LSD) of operand B. In this case the contents of the register B is shifted right by one digit while the contents of the register A is unchanged. The number of fractions of operand B is decremented one, then compared again with that of operand A. If still number of fractions of operand B is greater than that of operand A, the previous cycle is repeated until a condition is reached where both fractions are equal. In this case the alignment is completed and both operands are shifted simultaneously right in their registers.

The shifting clocks of both registers are the same. The shifted digits are applied to a one digit add / subtract module which perform addition or subtraction according to an add / sub control signal. The carry out of the adder is added again with the next coming two digits.

The adder controller module controls the whole operation of the add / subtract module. It also computes the sign of the result in case of subtraction and generates a control signal to the adder to perform 10s and 9s complement of the result. It finally senses all the operations performed during the addition and subtraction and generates a clock signal for the output register to latch the result. At the end it generates an end signal sent to the main controller when the add / subtract operation is completely done.

2 - THE MULTIPLIER MODULE:

The circuit diagram of this module is shown in Fig. 6. It performs the multiplication process according to the following steps:

1) Binary multiplication digit by digit.
2) Transforming the results into decimal numbers.
3) Generating two different clocks for the input and output registers.
4) Adjustment of the 16-digit result for the display.
5) Generating the resultant decimal point position.
6) Generating End signal at the end of the multiplication process.

These five steps are performed as follows. The two operands are stored in the input registers. The multiplier generates two different clocks. The register A clock is eight times faster than the register B clock. This allows multiplying each digit of the multiplier by each digit of the multiplicand. Also the shifted multiplier digits are cycled again in the same register to be ready for multiplication by the next digit of the multiplicand. The multiplicand are not cycled back to the register.

The one digit multiplier performs the function (A x B + C). It multiplies the multiplier by the multiplicand digits and adds the carry out of the previous operation. Then shifts the resultant digit into the result register and routes back the carry to be added with the next resultant multiplication.

The result of multiplying digits is binary since we are using binary multiplier. So, transformation from binary numbers into decimal numbers is performed digit by digit right after the multiplication process.

The clock generator of the multiplier generates two different clocks. The first is applied to the multiplicand register while the second is applied to the multiplier register. The former is eight times faster than the second. This allows multiplying each digit of the multiplier by each digit of the multiplicand (8 digits).

The whole operation will take 64 clocks (8 x 8). These clocks are multiplexed at the inputs of the input registers and controlled from the main controller. The result of the multiplication process is a 16 digit shifted into two registers cascaded together.

At the end of the multiplication operation, the shift process starts to adjust the most significant 8 digits into the register which is connected to the display unit.

At the end, the position of the decimal point has to be calculated. The decimal points positions of both the multiplier and the multiplicand are added together to get the decimal point position of the result.

The last operation is the decision according to decimal point position related to the number of digits in the result. If, for example, the result is 12 digits and the decimal point position is 7 , the shift logic will shift the result 4 shifts (4 clocks).

In this case the result register will display 8 digits, 5 integers and 3 fractional digits while the least significant 4 digits are neglected (truncation process). But, if the number of integers in the result is more than 8 digits, the overflow flag is raised and the multiplication operation is stopped while E will appear on the LCD display indicating that an error occurred.

At the end of the whole multiplication process, the multiplication controller sends an end message to the main controller to enable the input circuit to accept a new operation or new operands for the next operation.

3 - THE DIVIDER MODULE:

The division operation is performed using multiple subtraction operations. When we perform A ÷ B , first we subtract the most significant digit of B from the most significant digit of A and check that the result is positive or negative. If the result is

positive we increment a counter by one and perform the subtraction process again until we get a negative result. The circuit diagram of this module is shown in Fig.7. The maximum number of subtraction times will be nine times. The first step of the division process is the alignment of both operands so that the most significant digit in each operand is in the most left side in its input register. Each time we align an operand we increment the position of its decimal point and push zero in the least significant digit of its input register. After alignment, the subtraction operation starts.

The maximum number of subtraction times will be nine times / digit which are totally 9 x 8 digits = 72 subtraction operations. Each subtraction operation takes 8 clocks so the total number of clocks required to perform a division operation will be 72 x 8 = 576 clocks.

When using 2 MHz clock, the total time is 576 x 0.5 usec = 288 usec which is about a quarter of millisecond. It is important to mention that the division operation is the longest operation to perform. All other operations (Multiplication, addition, subtraction) take much less time than this time.

The division operation starts by comparing A and B, if A > B then start subtracting, else if A < B then A is shifted left one digit and the most significant digit of B is subtracted from the most significant two digits of A .The subtraction process continues again and each time the counter is incremented by one until the subtraction result is negative, the contents of the counter is shifted into the result register. Then the counter is cleared and the operand A is shifted left in the register. Now, the circuit is ready for the next subtraction operation, and so on. A division controller circuit is used to control all the division operations.

If we are dividing by zero, the controller generates an overflow flag, stops all operations and displays E on the LCD display. The end of the division operation will be reached in one of two cases: First, the divisor A becomes zero. Second, the resultant digits are more than eight. Either one of these two cases is reached, the end will be flagged to the main controller to release the input registers for the next operation.

3.4 – INUPUT/OUTPUT REGISTERS:

It contains all the input, output and swap registers as shown in Fig. 8.

3.5 - LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) DRIVER :

It consists of two main sub-modules, as shown in Fig. 9, namely one digit module and a decimal point module. It has three input busses that specify the displayed number which are digit, fraction and sign. It translates the BCD number to a train of pulses to scan the seven segments of the displayed digits. It consists of eight copies of the one digit module, the decimal point module, decoder and finally a clock divider. The last divides the scanning time into 6 intervals. Each interval corresponds to a segment in the LCD.

The function of the one digit module is to translate the 4 bits of the BCD number into 7 segments. According to the characteristic of the LCD, each of the segments enables a pulse with the corresponding time interval. The circuit supports the capability of blinking the zero values on the right of the displayed number.

4 - CONCLUSION

The objectives of this project are satisfied as follows:

- A nucleus of a VLSI design center is established including hardware and software EDA packages.
- A team of 6 professional expertees of EDA Software Packages (4 Ph. D and 2 Engineers) are ready now to implement any assigned task from customers or industry.
- Success to go through the whole design, simulation, fabrication and testing processes from design specs to the prototype as follows:
  - Specification determination.
  - Design partitioning.
  - Design and simulation of all modules.
  - Integration and function testing.
  - Layout and parasitic extraction.
  - Communication with ASIC foundries
  - Fabrication

5 - REFERENCES

1. M. Morris Mano, "Computer System Architecture, (Third Edition)," Prentice Hall, 1993
2. David A. Patterson, J. L. Hennessy, "Computer Organization and Dasign (Second Edition)," Morgan Kaufmann Publisher Inc., 1998.
3. Floyed, "Digital Fundamentals (Seventh Edition)," Prentice Hall, 2000
4. David A. Bell, "Solid State Pulse Circuits (Fourth Edition)," Prentice Hall. 1999.
5. John F. Wakerly, "Digital Design Principles & Practice (Second Edition)," Prentice Hall, 1994.
6. N. Weste & K. Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design," Addison Wesley, 1992.

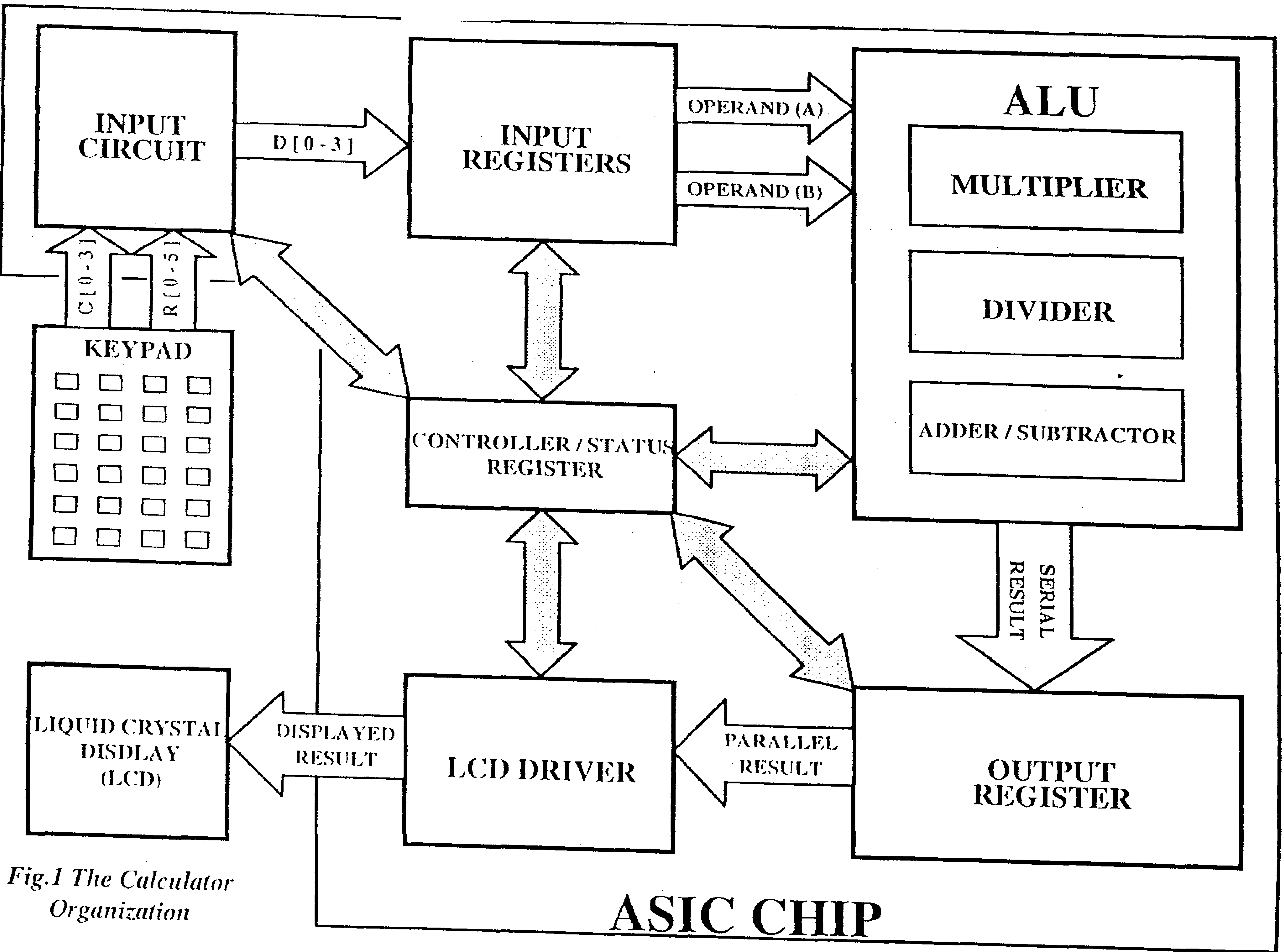
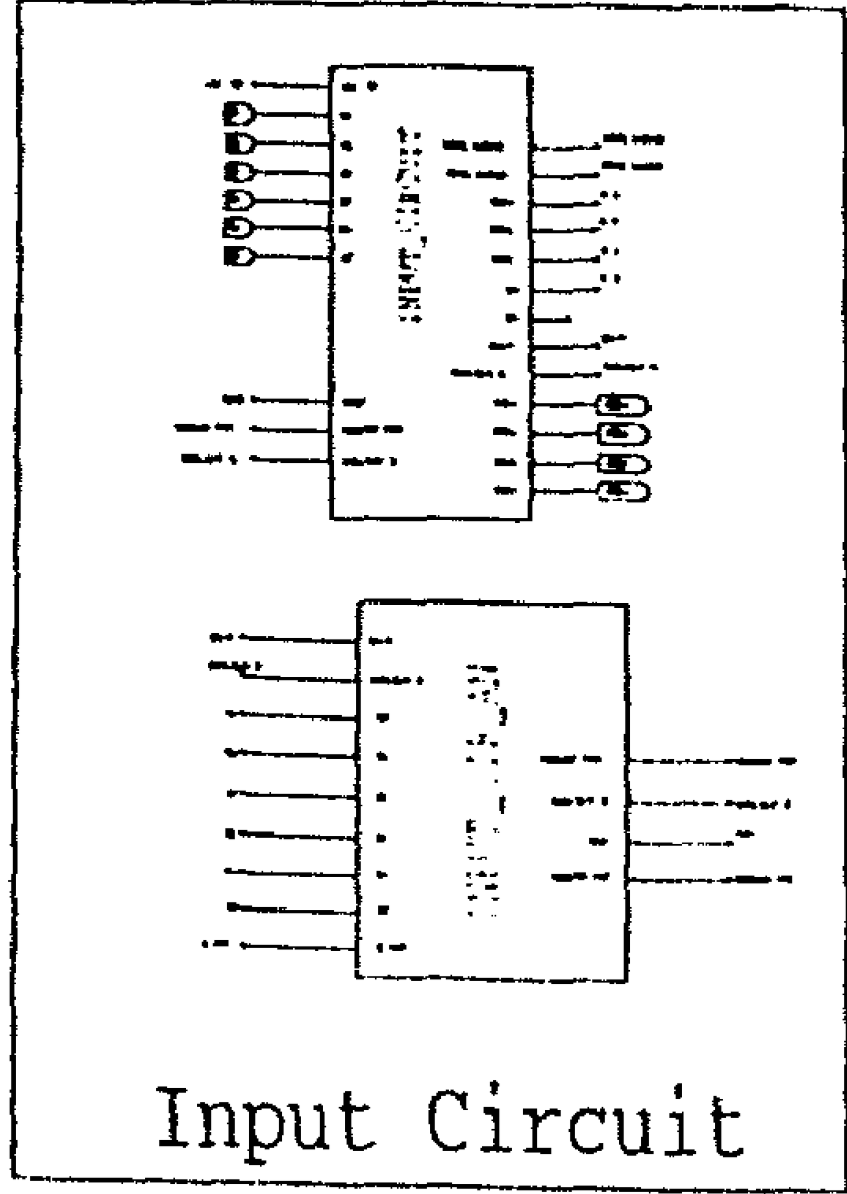
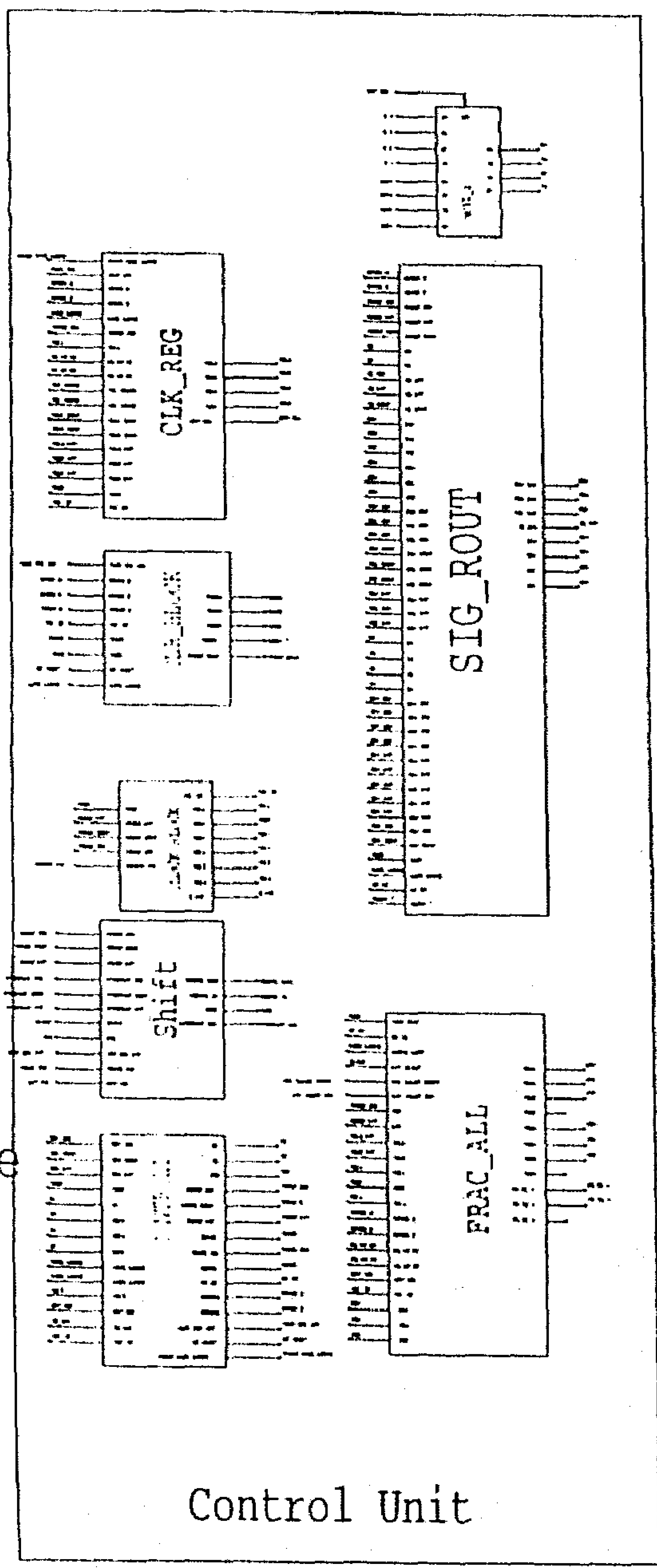
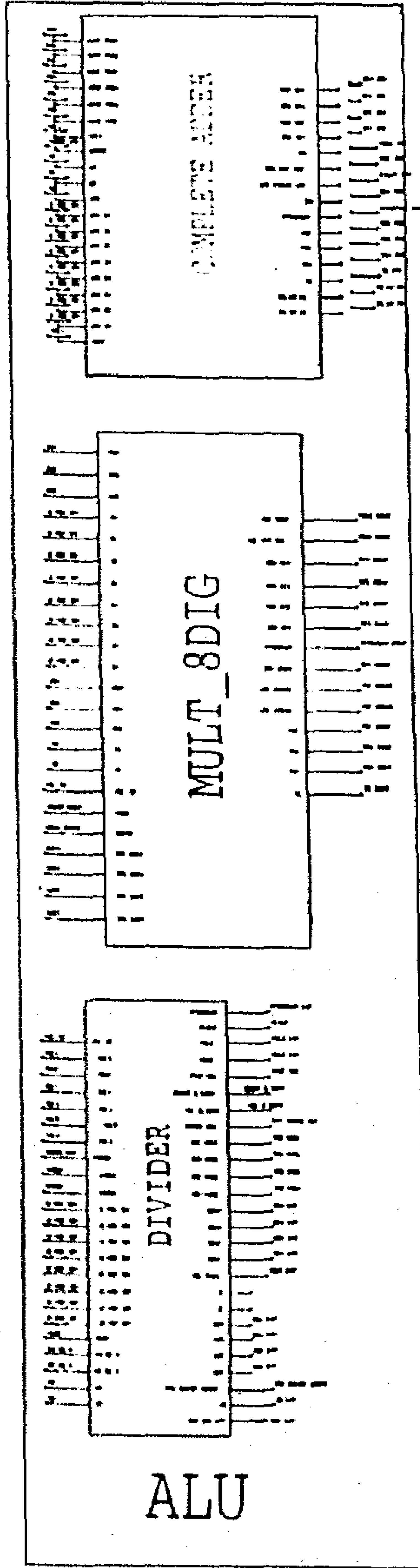
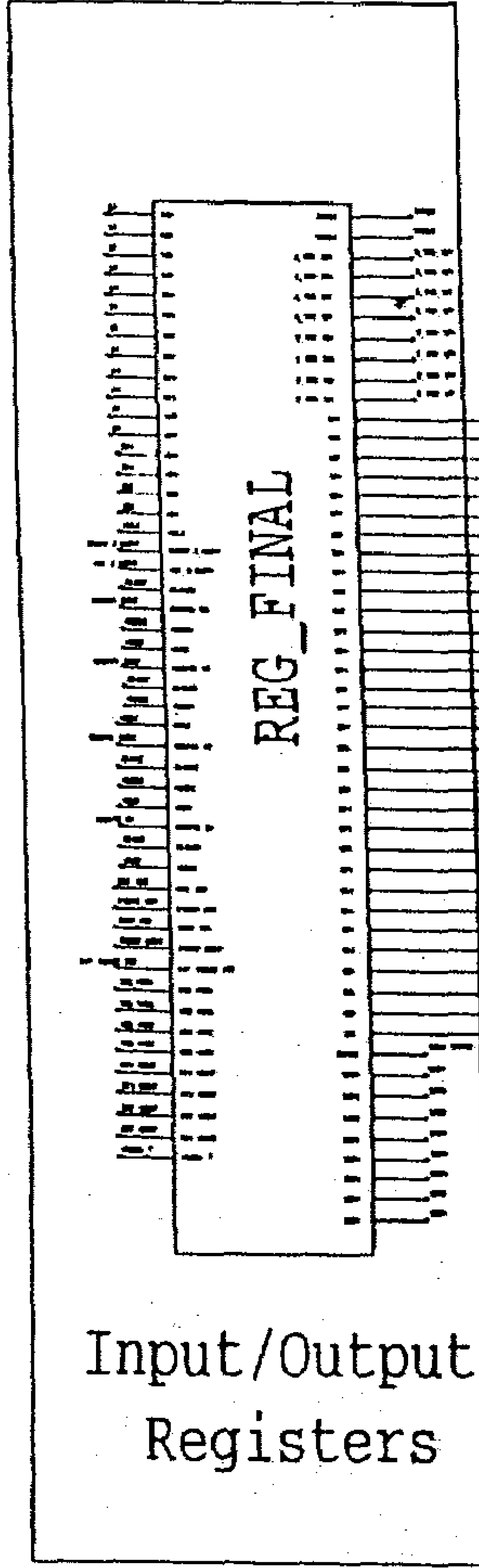


Fig.1 The Calculator Organization









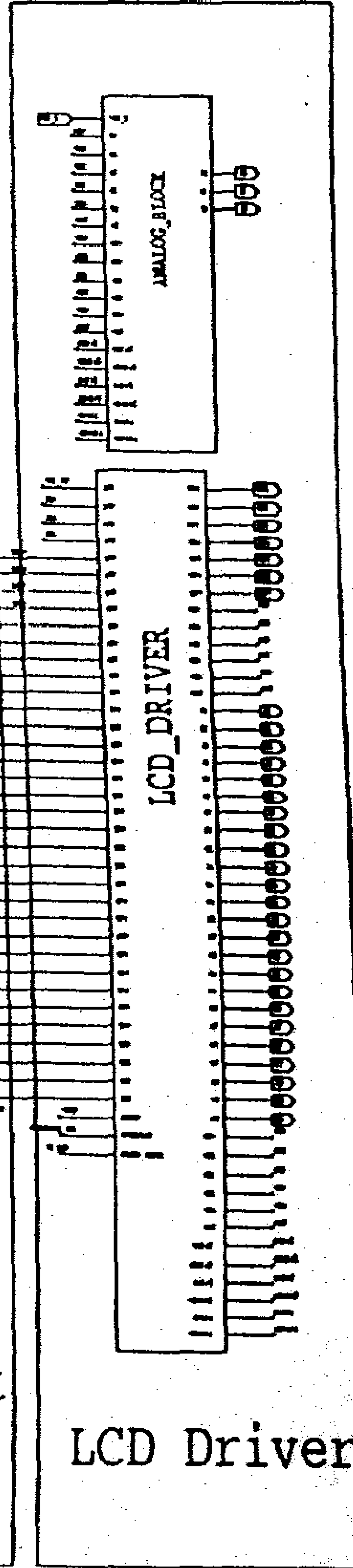


Figure 2

The Calculator Architecture

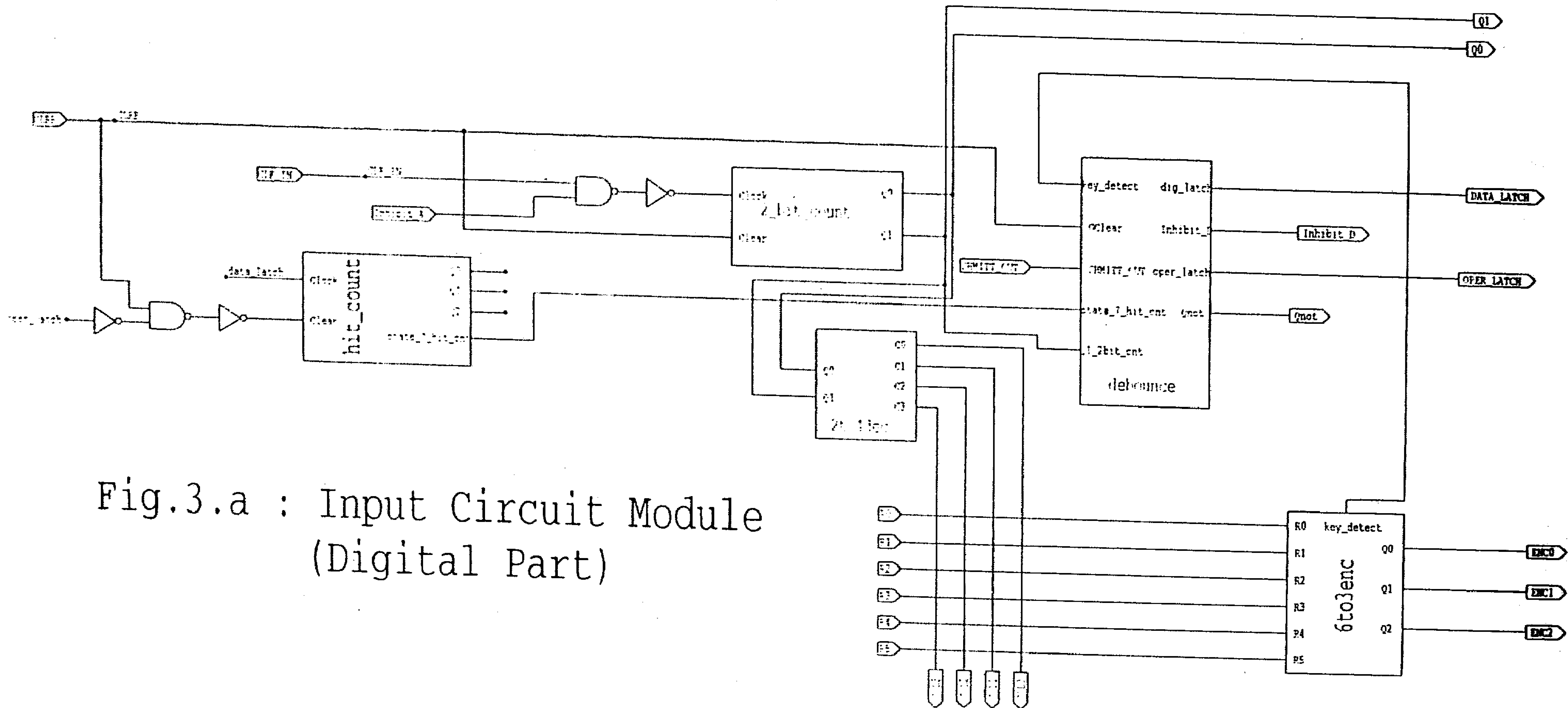


Fig.3.a : Input Circuit Module
(Digital Part)

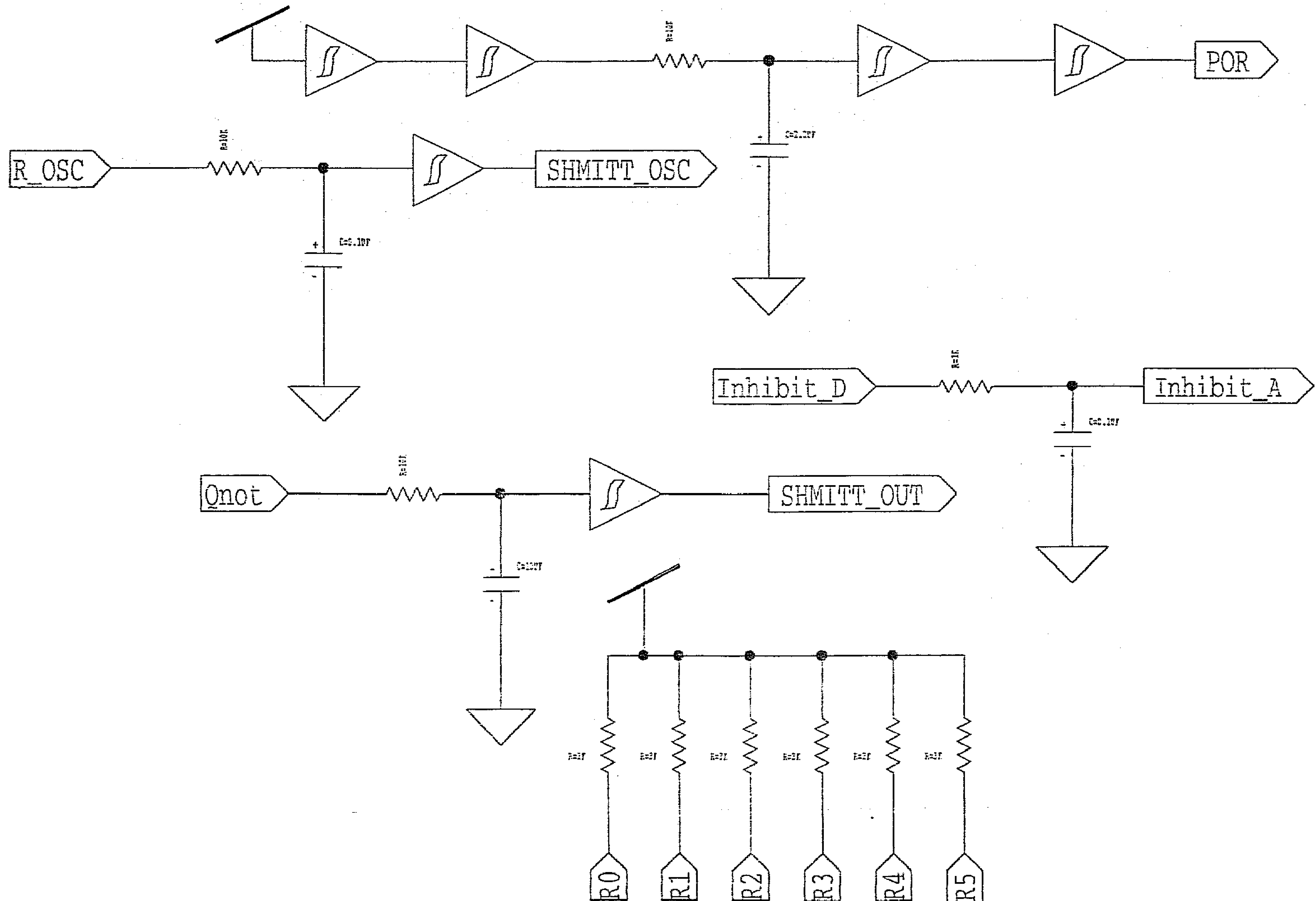


Fig.3.b : Input Circuit Module
(Analog Part)

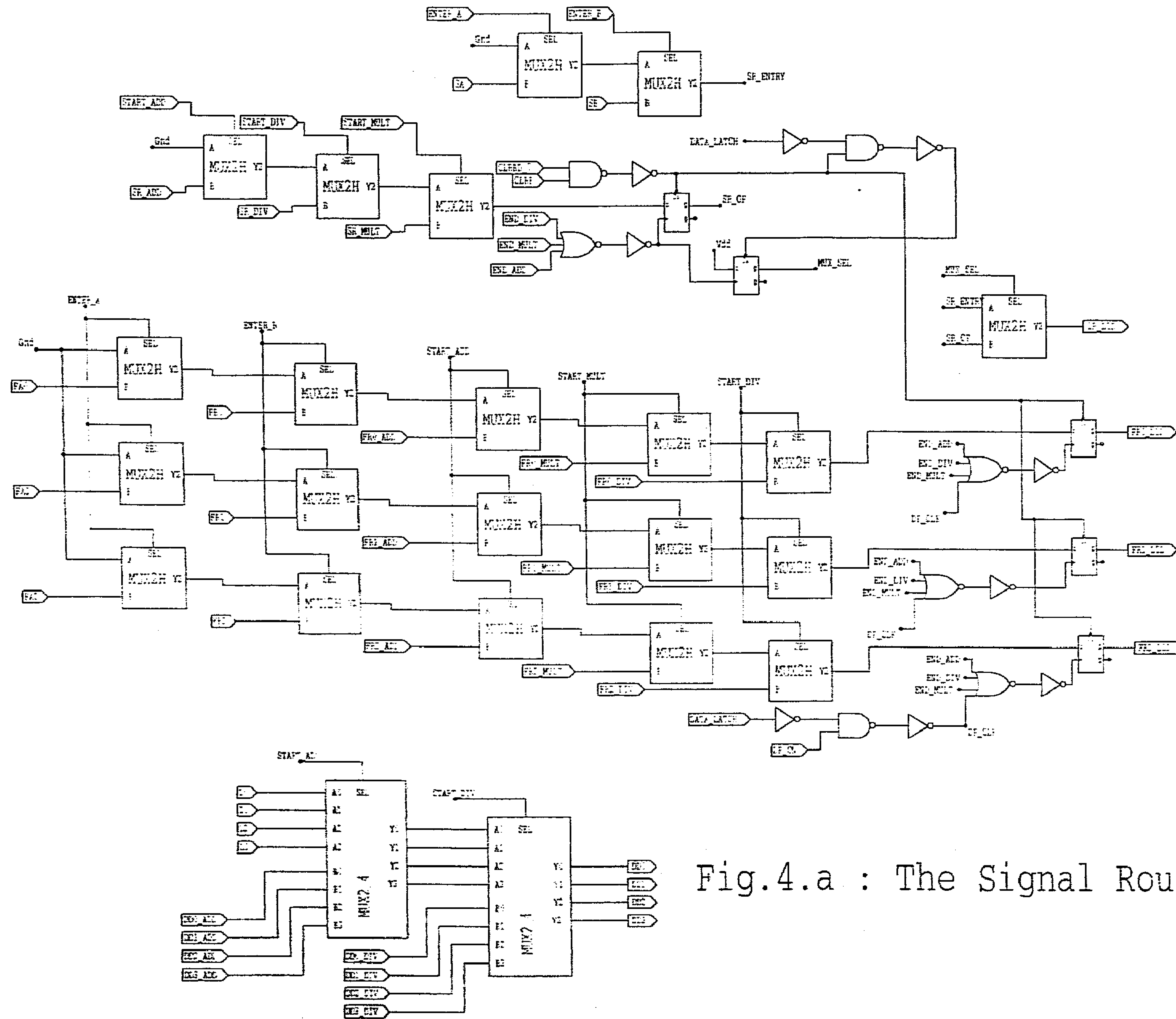


Fig.4.a : The Signal Router Module

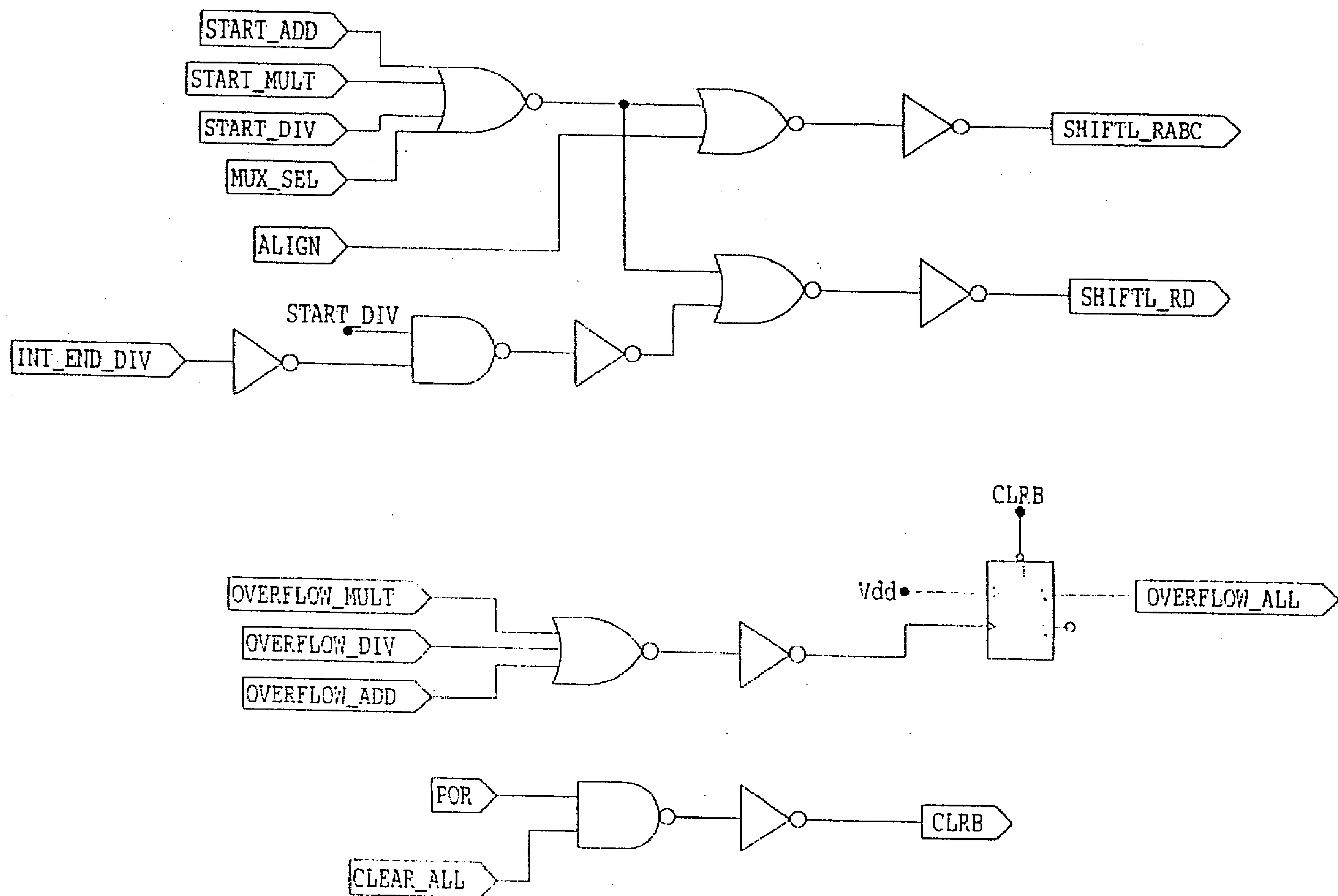


Fig.4.b : The Signal Router Module

Fig.4.c : The Control(1)

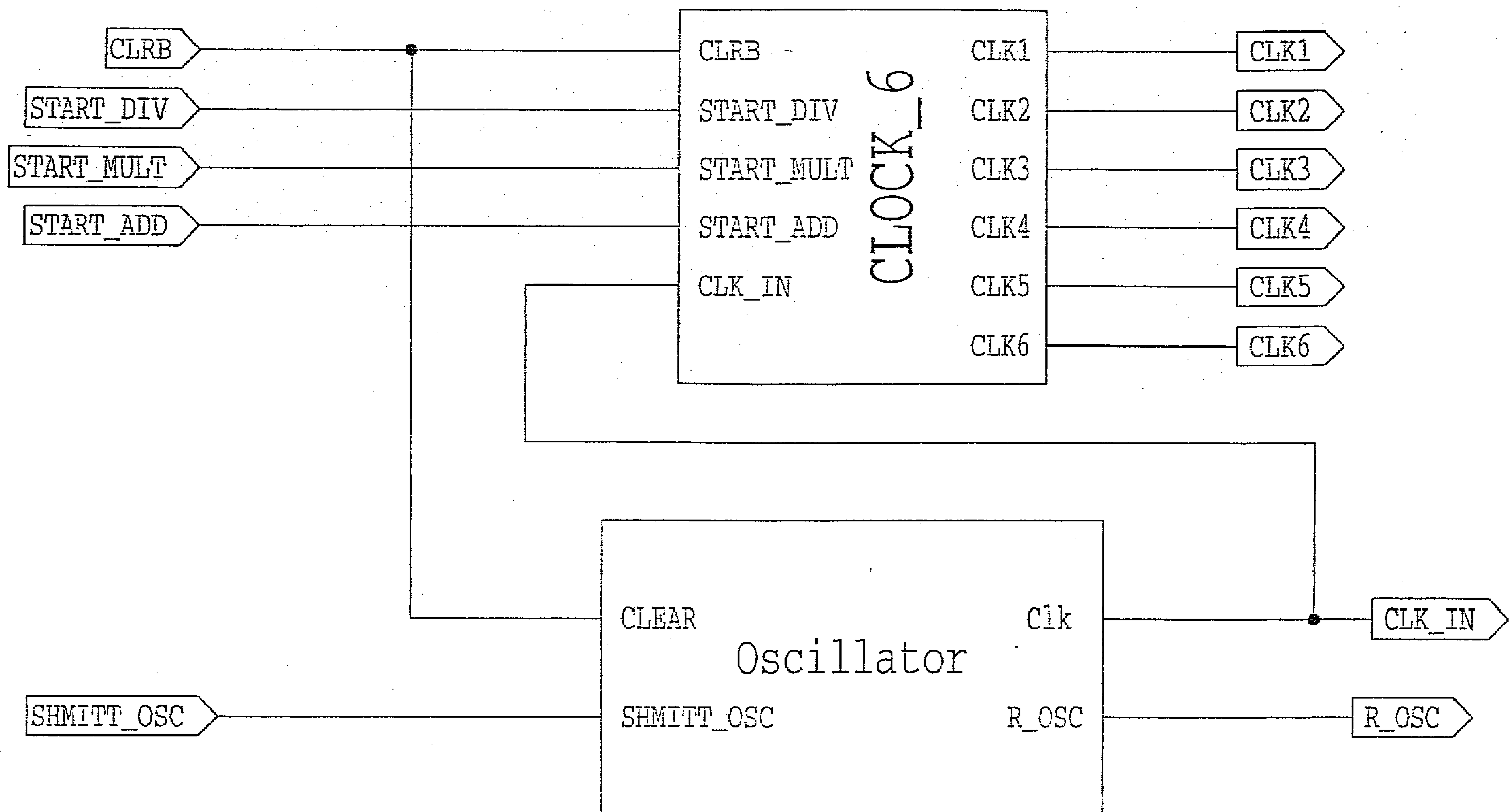


Fig.4.d : The Clock Block Module

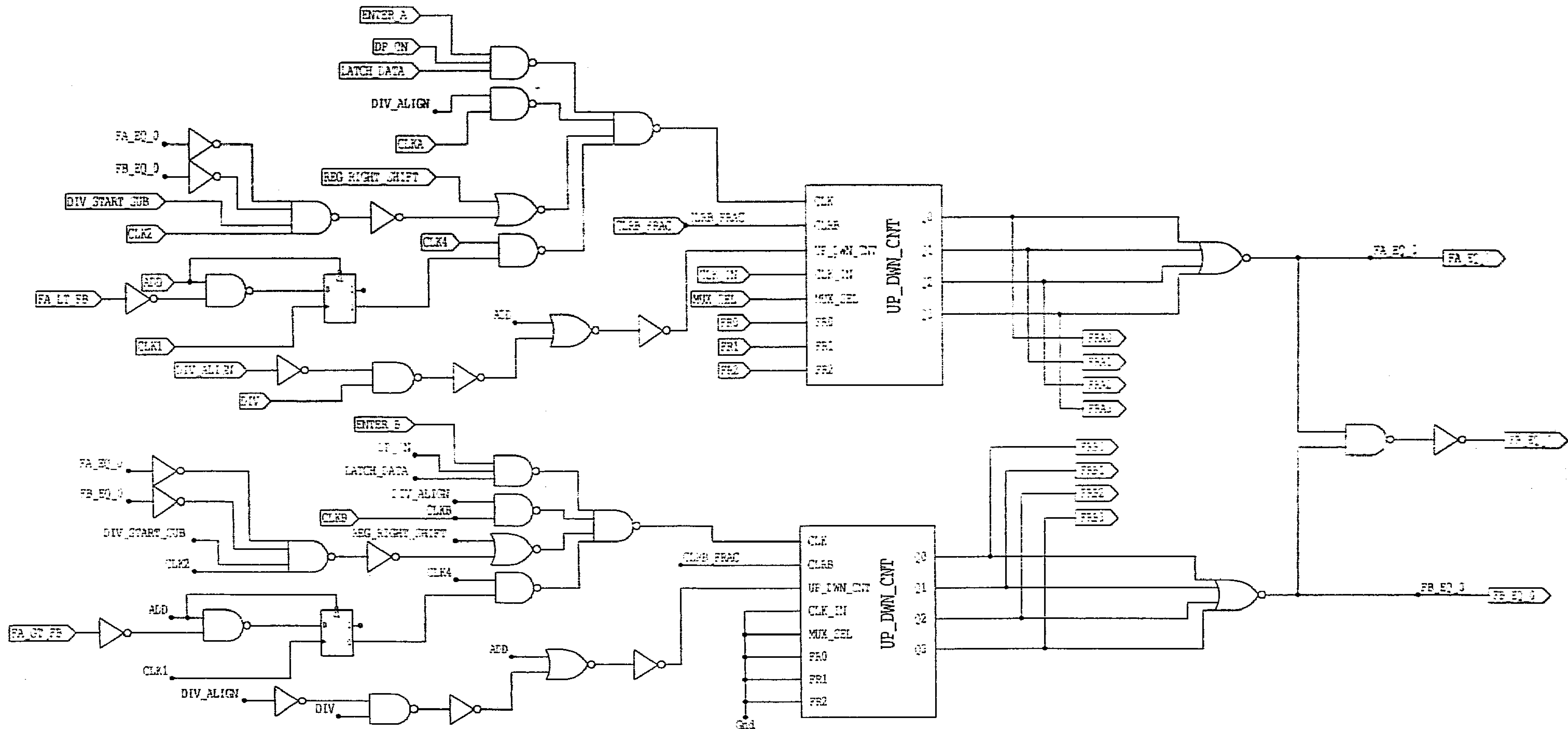


Fig.4.e : The Fraction Module

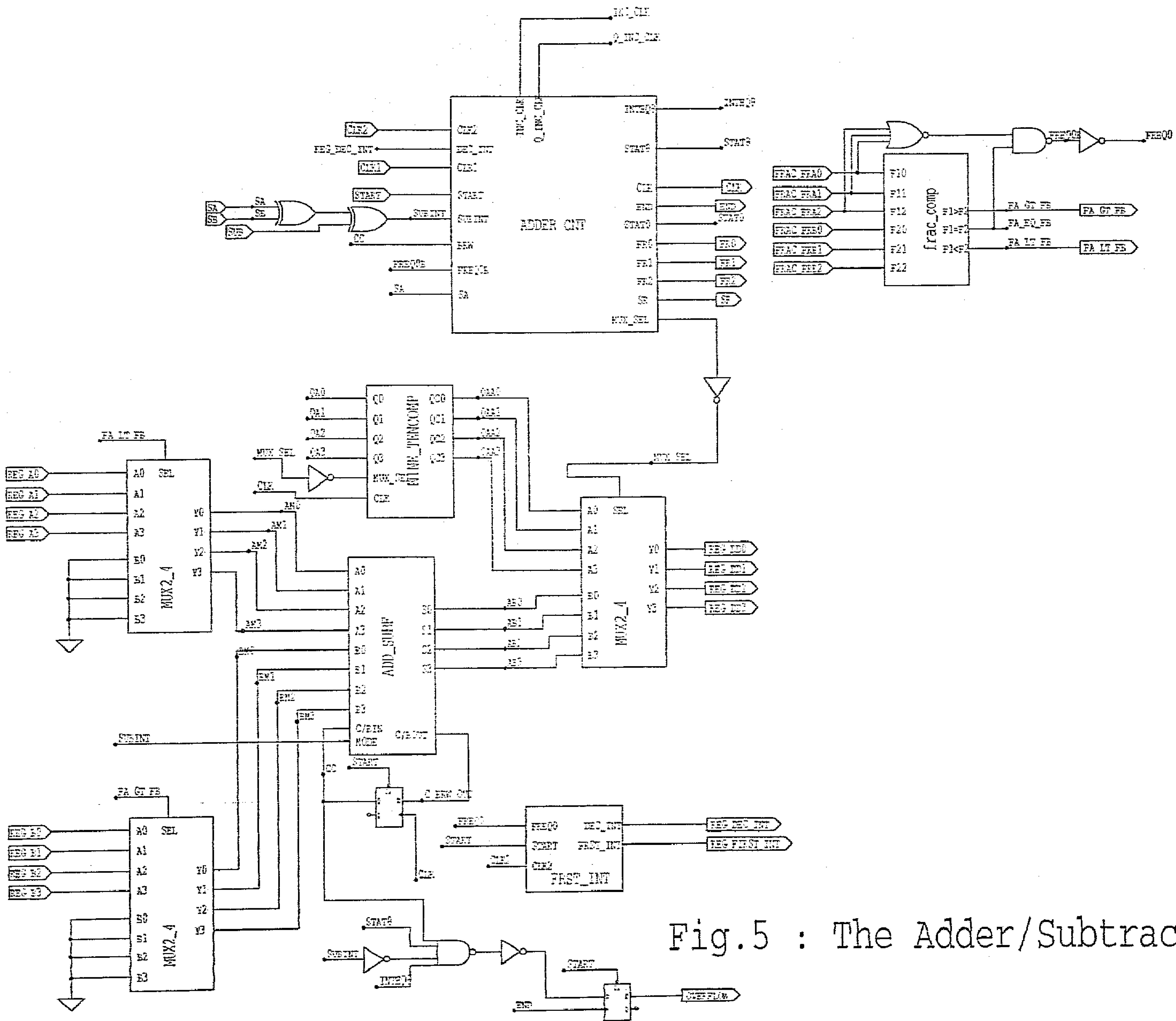


Fig.5 : The Adder/Subtractor Circuit

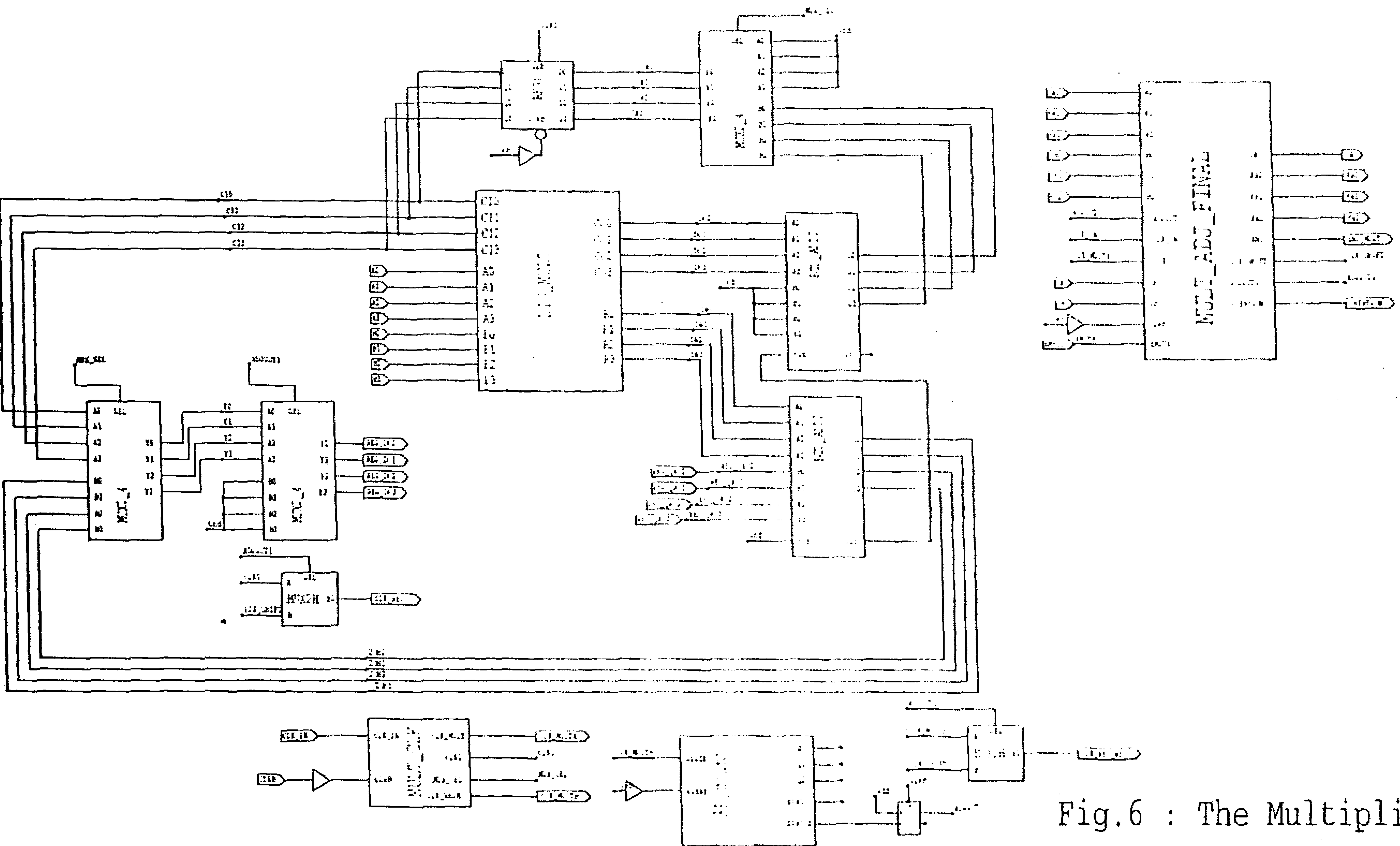
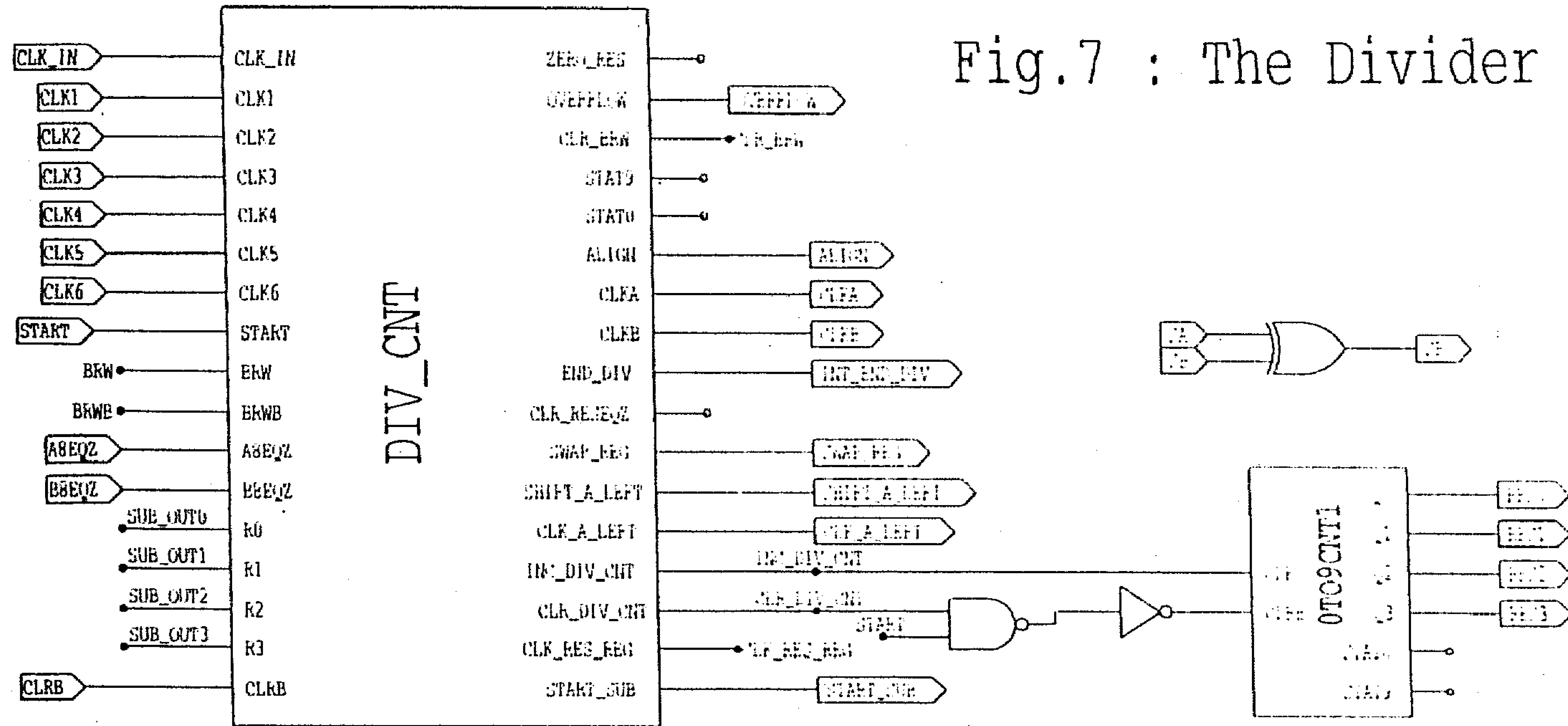
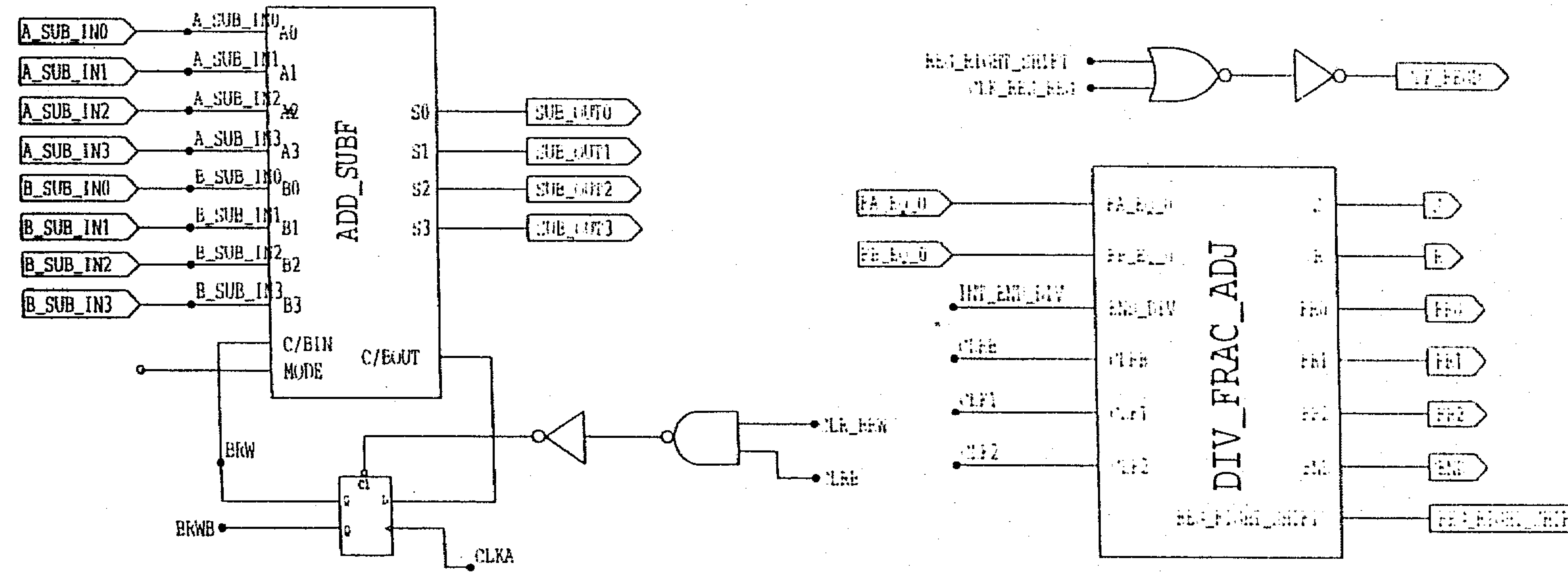


Fig.6 : The Multiplier Module

Fig.7 : The Divider Module





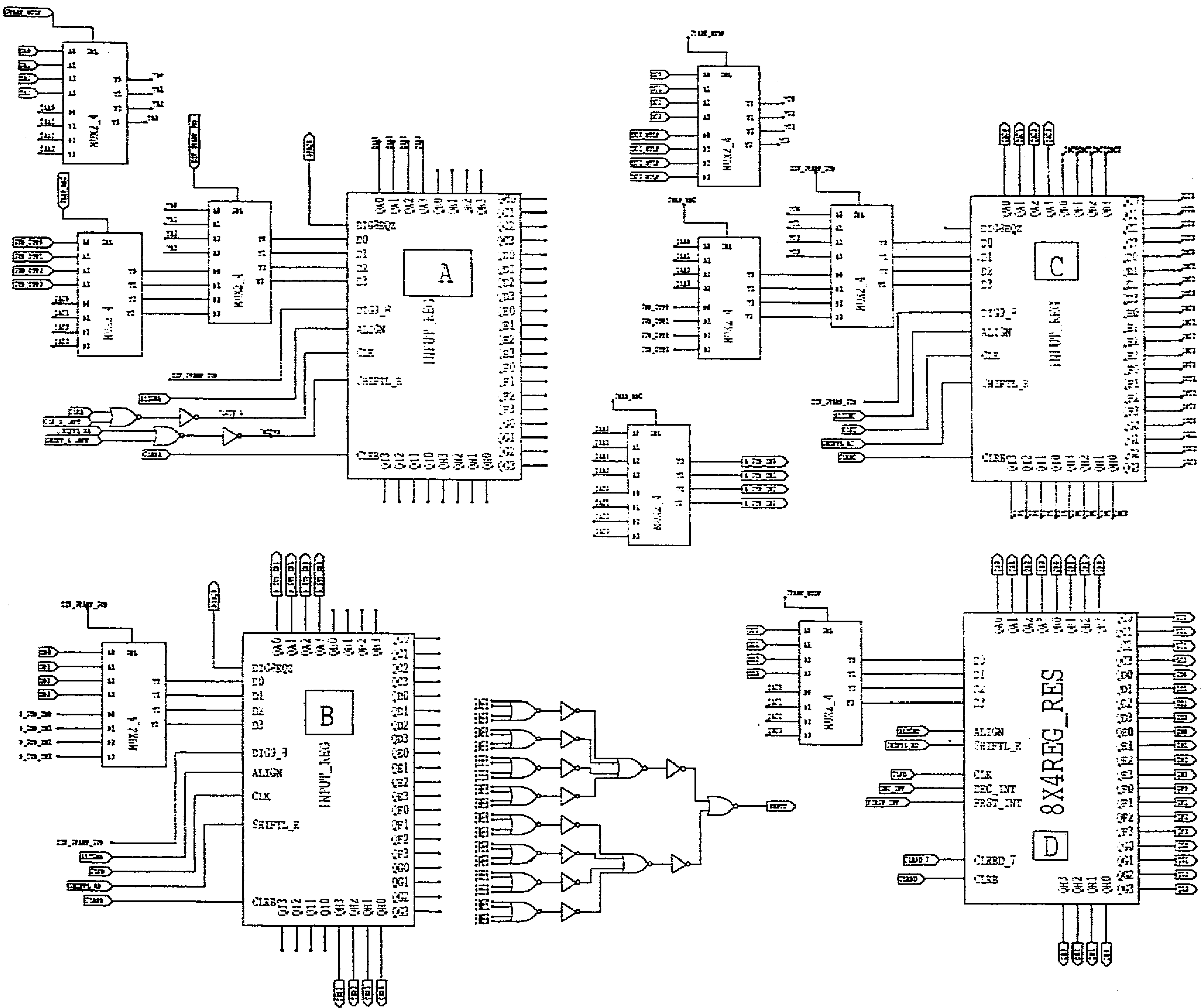
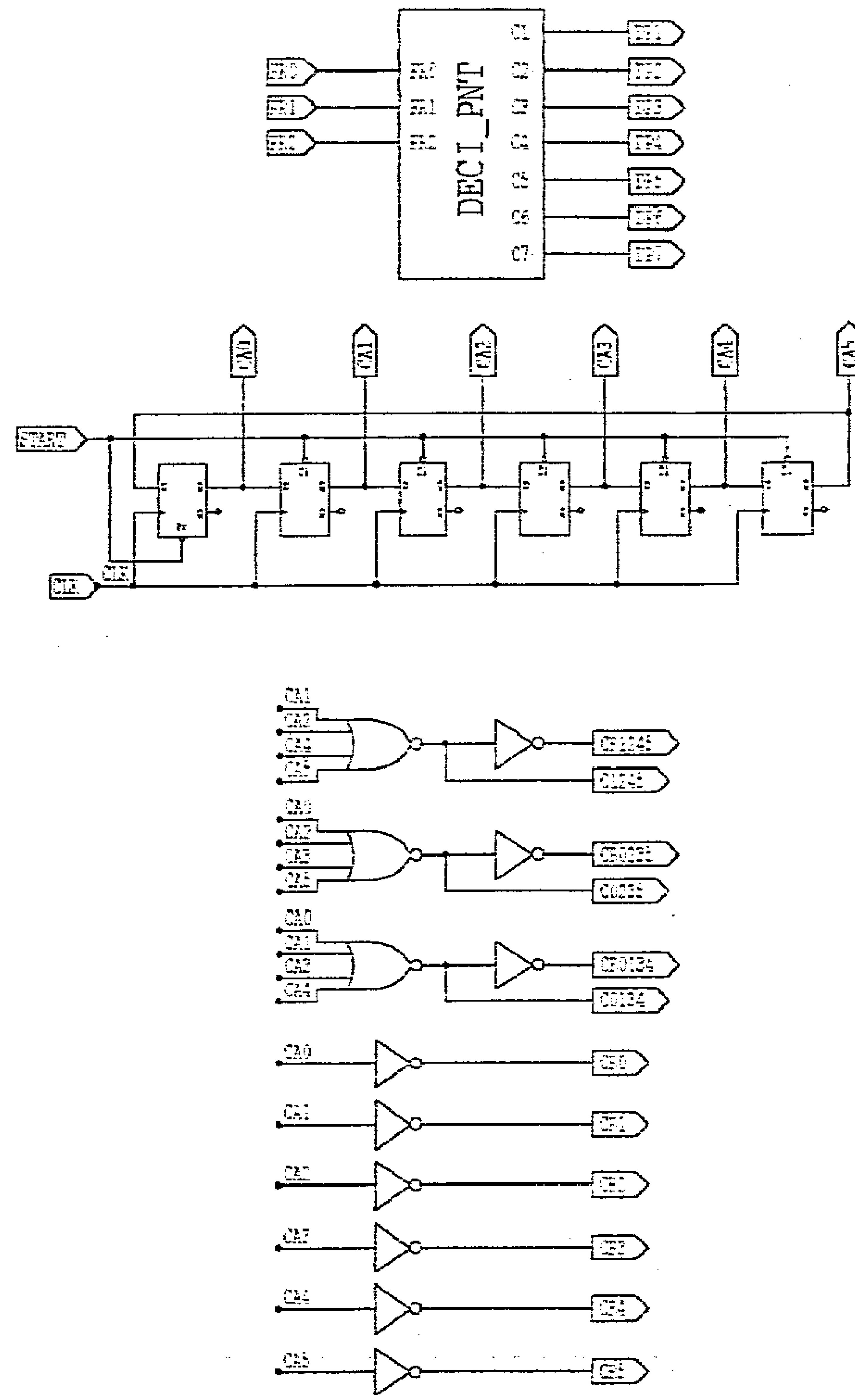


Fig.8 : The Input, Output and Swap Registers



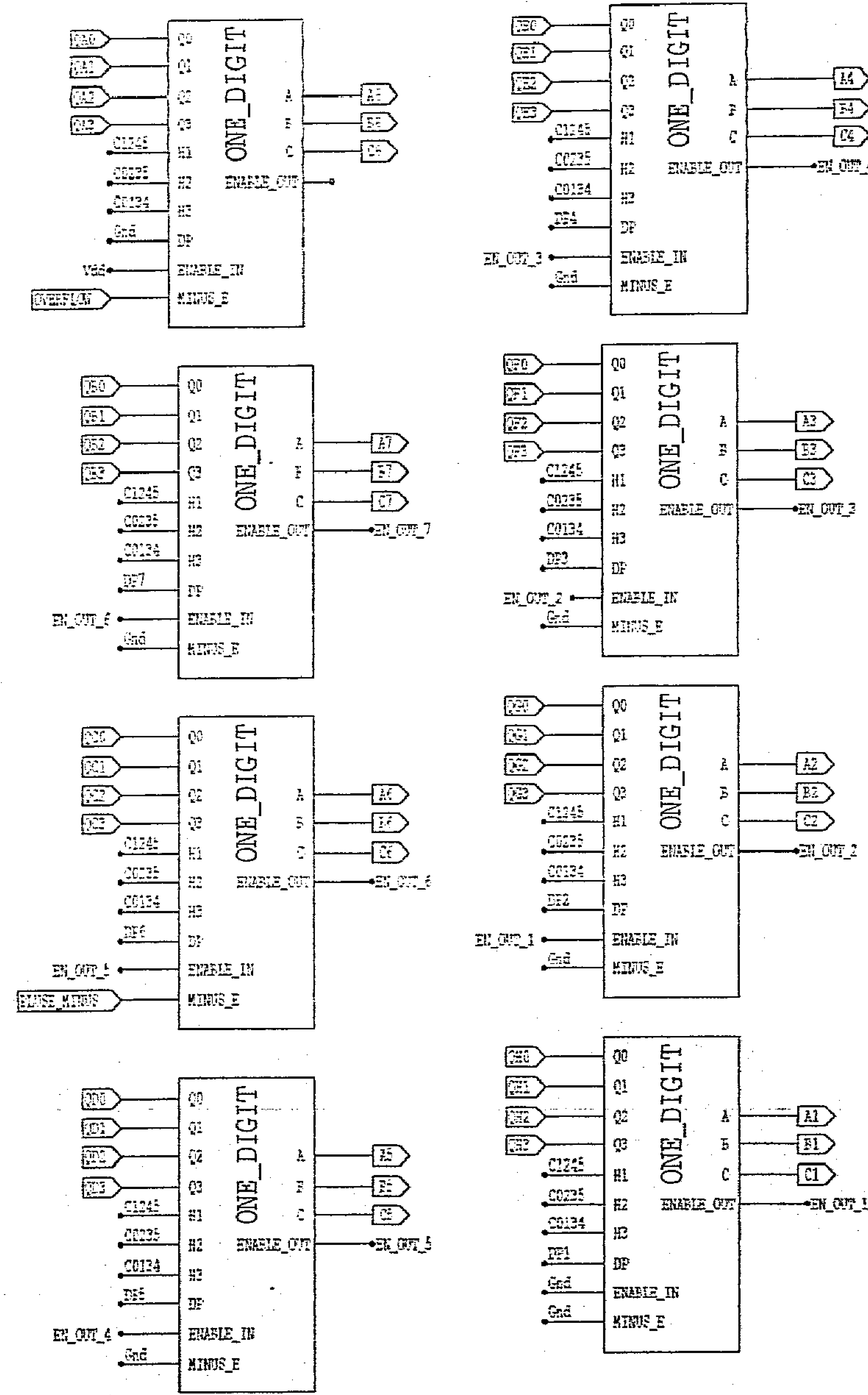
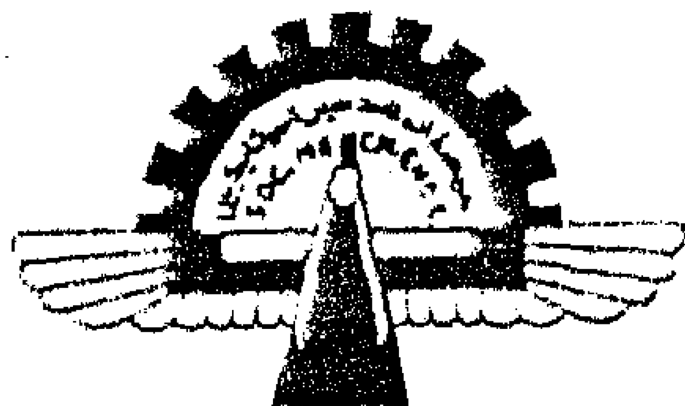


Fig.9 : The LCD Driver Module



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها

3/2

التحكم فى ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب الآلى والتقنيات الحديثة

دكتور مهندس / احمد محمد على حسنين

التحكم فى ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب الآلي والتقنيات الحديثة، بهدف تحديثها وضمان جودة أدائها - دراسة حالة مخرطة الزنبه

مقدمـــــه :

تشهد الصناعة المحلية فى الوقت الراهن تغيرات كبيره سواء فى تكنولوجيا التصنيع والإنتاج أو فى ضوابــط قبول ورفض المنتجات والخامات ونظرا لحتمية المنافسة للمنتجات الاجنبيه والاعتماد على الذات بسبب الظــروف السياسية للمنطقة والنظام العالمي الجديد الذى جعل من الدول النامية مجرد موردا للمواد الخــام ومســتهلك شــره للمنتجات الاجنبيه. وقد اتجهت بعض المصانع الى استيراد التكنولوجيا من الخارج الذى ترتب عليه بالطبع استيراد ماكينات ومعدات ذات تكنولوجيا معقده قد لا تتلاءم مع طبيعة العامل أو المهندس المصرى وقد أدى ذلك الى تخريد كثيرا من معدات الإنتاج وقله الإقبال على شراء المعدات والماكينات المحلية. اضافه الى هذا أن المصانع المحليــه القائمه على انتاج ماكينات القطع بالذات لم تطور إنتاجها تطور يذكر منذ الستينات مما جعل إنتاجها لا يتماشى مــع المستويات المختلفة المطلوبة فى دقة التصنيع أو كم الإنتاج. لذا بات من اللازم التفكير فى تطوير هذه المعدات بمــا يتلاءم مع ظروف الإنتاج فى كل مصنع ومع المستوى الثقافي للعامل المصرى.

تستعرض الورقة الحالية بعض نتائج البحث الجاري ضمن رسالة الدكتوراه المقدمه فى هذا الموضــوع تحــت عنوان "استخدام الذكاء الاصطناعي فى تطوير ماكينات القطع". والأهداف التى يرمى اليها هذا البحث هى:-

١- إدخال بعض التحسينات على مخرطة الزنبه العامة لرفع كفاءة أدائها بحيث تتقارب من حيث الدقة و الانتاجيه من المخارط الـــ CNC وذلك فى حدود اقل تكلفه مع دراسة اثر تلك التغيرات. وتشمل هذه التعديــلات التحكم الكهربى فى سرعة عامود الظرف والتغذيات مع القياس اللحظي لموضع أداه القطــع، مــع إمكانيــة التحكم الآلي فى هذه المنظومة بواسطة PLC او PC أو يدويا من خلال برنامج كمبيوتر مبسط يتناسب مع قدرات وثقافة العامل ، ويمكنه من سهولة توصيف وإملاء بيانات المشغولة.

٢- تصميم وعمل برنامج كمبيوتر لتحديد خطوات التشغيل المثلى للمشغولات الاسطوانيه مع تحديد كافة البيانــات اللازمة فى اسلوب التشغيل.

أطوار (أنماط) تعديل المخرطه:

أ - النمط الاول

فى هذه المرحله تم تركيب مُغير سرعه ٣ فاز للمحرك الرئيسي بحيث يتم التحكم فى سرعة واتجــاه دوران الظرف كهربائيا عن طريق مفتاح كهربى بل ويتم ايضا ضبط عجلة بدء الدوران وعجلة التوقف من خــلال الـــ mini processor الموجود داخل مغير السرعة.

أسباب التعديل

تعتبر السرعات المختلفة الناتجة من صندوق التروس التقليدي لازمه لاتمام عملية القطع من ناحيــة المحافظــة على معدل تآكل العدّه -حسب مادة العدّه وصلادة المشغولة- أى أن تخفيض سرعة دوران الظرف لايعنــى دائمــا الحاجه الى عزم دوران كبير. وبما أنه من المتعارف عليه أنه فى متغيرات السرعة للمحركات الــــ ٣ فــاز أن تخفيض السرعة كهربيا لا يؤدى الى زيادة عزم الدوران بل يظل عزم الدوران تقريبا ثابت ويساوى أقصى عــزم دوران للمحرك عند السرعه القصوى. لذا فمن الممكن الاعتماد عليها فى تغيير سرعة دوران الشــغلة (وخاصــة للمحركات ال ٣فاز ذات القدرات المرتفعة دون غيرها من محركات الجهد المستمر المرتفعة الثمن) مع عمل تعشيقة تروس واحدة فقط عند الحاجة الى عزم قطع كبير.

فوائد التعديـــــــــــل

١- سهولة تغيير سرعة دوران الظرف بشكل مستمر stepless غير متقطع كما كان الوضع فى حالة استخدام صندوق التروس مما يسهل تحقيق شروط القطع المثلى .

٢- إمكانية تغيير السرعة حتى فى حالة دوران الظرف دون الاضطرار الى إيقاف الماكينة.

٣- من الممكن تخفيض عدد النقلات داخل صندوق التروس الى ثلاثة فقط أو اقل مما ينجم عنه:

- تخفيض عدد التروس داخل صندوق التروس الى الخمس أو اقل .
- تخفيض عدد أعمدة الدوران وأذرع التعشيق وجلب المحاور.
- تخفيض وزن وحجم صندوق التروس الى تقريبا 40%
- تخفيض تكلفه تصنيع صندوق التروس بنسبة قد تتعدى ال 60% .
- تقليل عزم القصور الذاتي للعامود الرئيسي مما ينتج عنه سرعة الاستجابة لاوامر التحكم .
- قلة تكاليف الصيانة .
- قلة الضوضاء و الاهتزازات الصادرة عن الماكينة.

٤- تقليل الزمن المنقضي فى تغيير السرعات مما يزيد الانتاجيه .

تكلفة التعديـــــل

فيما يلى تفاصيل تكلفه التعديل :-

حالة المُعدّه	اجمالى تكلفة التعديل	مكاسب التعديل الاساسيه
•مخرطة زنبه بها مغير سرعات علـــــى عـــامود الاداره دون تعديل صندوق التروس.	4000 جنيه	زياده الانتاجيه بنسبه 10%
•مخرطه زنبه كسابقا ولكن تم تعديـــــل صنـــدوق التروس الخاص بها الى ٣ نقلات فقط	1000 جنيه	زياده الانتاجيه بنسبه 10%

ب - النمط الثانى

فى هذه المرحلة تم تركيب محرك كهربي ذو جهد ثابت و بصندوق تروس على محور عامود الجر الخـــاص بحركة العربه وأخر على محور عامود قلاووظ الحركة العرضية ، وبما ان عزم الدوران المطلوب لحركة التغذيــة كبير فقد تم استخدام هذا النوع من المحركات ذات الجهد الثابت، ويتم التحكم فى سرعة دورانها عن طريق دائــــرة تحكم كهربيه ذات نظام PID.

أسباب التعديل

إن ربط حركة دوران الظرف بمعدل تقدم العربة غير مطلوب إلا فى حالة عمل القلاووظ فقط . يحتاج العامل الى تغيير معدل التغذية لقلم القطع باستمرار نتيجة اختلاف عمق القطع أو خامة المشغوله أو طبيعة عملية القطع (تخشين / تنعيم / قطعيه / خلخله) مرارا أثناء تنفيذ الشغله. لذا اصبح من الأسرع والأيسر هو تغيير التغذية إلكترونيا دون الحاجة الى إيقاف الماكينة أو أذرع تغيير السرعات الموجود بصندوق تروس سرعات التغذية وجداولها المعقدة. ويفضل فى هذه الحالة تغيير جلب عامود الجر الى رولمان بلى.

فوائـــد التعديل

١- سهولة تغيير التغذية بشكل مستمر stepless لتحقيق ظروف القطع المثلى.

٢- الحصول على سرعة تغذية كبيره فى حالة المشاوير العاطلة لتقليل الأزمنة العاطلة.

٣- سرعة ضبط التغذية دون اللجوء إلى جداول معقده أو تحريك أذرع مما يقلل الأزمنة العاطلة .

٤- إلغاء صندوق تروس التغذية الخاص بحركة الجر (وليس بقطع القلاووظ).

تكلـــفة التعديل

حالة المعدة	اجمالى تكلفة التعديل	مكاسب التعديل الاساسيه
مخرطه زنبـــه تتحـــرك العربه والراسمه الصغرى بها باستخدام محركات ذات جـــهد مستمر وتستطيع التحكم فـــى سرعتهم	3000 جنيه	زيادة الانتاجيه بــ 25%

ج- النمط الثالث

فى حالة انتاج دفعات كبيرة العدد فانه يجب تقليل الازمنه العاطلة المنقضية فى : قياس أبعاد الشــــغله/ضبط السرعات/ضبط التغذيات/إيقاف الماكينة ، وذلك عن طريق أتمتة الحركات الرئيسية بالمخرطة. فى هذه المرحله ، تم استخدام حاكم قابل للبرمجه بواسطة الحاسب PLC للتحكم فـــى سـرعة الــدوران لعــامود الظـــرف وللتغذيــه العرضيه/الطوليه. وللوصول الى طول مشوار القطع أو عمق القطع المطلوب تم تركيب عدة مفاتيح نهاية حركـــة (Mechanical / optical limit switches)على كل محور بحيث يُخبر الـــ PLC بموضـــع العـدّه بالنسبة للمشغوله ويأخذ الاستجابة المطلوبة.

أسباب التعديل

فى المخارط الانتاجيه (أو المخرطه البرجيه) يتم ضبط سرعة التغذية وطول مشـــوار الحركـــة عـــن طريـــق المحدبات (كامات) إلا أن عملية تصميم الكامة أو تعديلها من العمليات المعقدة ، فضلا عن تصنيعها. وبالتالي فان التجهيز الأولي للمخرطة يأخذ وقت كبير قد يقارب الأسبوع. وفى هذه المخارط يتــم تشــغيل الأســطح المسـلوبة باستخدام قلم فورمه . مما يحد من إمكانياتها ويرفع من تكلفة أقلام القطع . الا أن المنتجـــات الناتجـــة مـــن هـــذه المخرطة تتمتع بتكرارية وتطابق فى الأبعاد مع الانتاجيه العالية وعدم الحاجة الى عماله ماهرة.

على الصعيد الآخر فإن تشغيل دفعة إنتاج متوسطة العدد على مخرطه الزنبه لن يحتاج الى كل هذه التجهيزات الاوليه ولكن يحتاج فقط الى عامل ماهر، وعندئذ فإن تكرارية ودقة الإنتاج ستعتمد على مهارة العامل . أما الانتاجيه فستتوقف على إمكانيات الماكينة فى سهوله تغيير السرعات والتغذيات وفك وربط الشغله ودقة التحكم فى مشوار القطع. ومن ثم فإن التفكير فى الجمع بين مميزات هذه وتلك كان عن طريق إجراء هذا التعديل وذلك فى حالة الدفعات المتوسطة أو الكبيرة.

فوائـــد التعديل

١- قلة زمن تجهيز المخرطة فى حاله الإنتاج الكمي على مخارط مثل الكابستن، بنسبه قد تصل الى 60% مع قلة تكلفة التجهيز من حيث عدم تصنيع كامات وسهولة تغيير الأبعاد.

٢- فى حالة إنتاج طلبيات متوسطة أو صغيره على مخرطة الزنبه فهناك زيادة فى معدل الانتاجيه بمقدار 50% نتيجة قلة الازمنه الضائعة فى قياس طول المشوار أو تغيير التغذيات والسرعات مع ضمان تكرارية الابعاد.

٤- فى حالة تركيب rotational encoder على محاور الحركه الرئيسيه فمن الممكن الاعتماد عليها فى معرفة وضع العدّه بالنسبة للمشغولة بدلا من مفاتيح نهايات الحركه ومن ثم اصبح من الممكن تشغيل الفورم بدون اقلام فورمه، ولكن يجب فى هذه الحالة إلغاء أى خلوصات بين عناصر نقل الحركة (سواء فى أسنان التروس أو القلاوظات).

تكلـــفة التعديل

وضع الماكينه	التكلفه	مكاسب التعديل الاساسيه
مخرطة زنبه أو كابستن بها:		
١- محركات لحركة الراسمة الكبرى و العربة ذات جهد ثابت	1600	زيادة الانتاجيه بمقدار 50% فى حالة مخرطة الزنبه وقله الزمن التجهيز فى حالة المخرطة الكابستن الى 60%
٢- مغيرات سرعة	4000	
٣- PLC حاكم قابل للبرمجه 24DI/0,2A0	1000	
٤- لوحه تحكم وحساسات نهاية حركه	1400	

د- النمط الرابع

فى هذا النمط تم تركيب مساطر لقياس مشوار الحركة للعربه وللراسمه الكبرى مع توصيلهما بشاشه خاصة لإظهار موضع العدّه أو توصيلهما بالحاسب الآلي.

أسبــاب التعديــل

إن الزمن المنقضي فى قياس المشغولة أثناء تشغيلها وخاصة فى المشغولات المتوسطة والعالية الدقة يمثل 60% من زمن الانتاج. ولتقليل ذلك الزمن يجب التفكير فى وسيله لعرض موضع العدّه تلقائيا على شاشة يراها العامل تمكنه من اتخاذ القرار المناسب، ولذلك فإن لقياس موضع العدّه بالنسبة للشغله فى الحالات التى يوجد بها خلوصات بين عناصر الماكينة يجب استخدام مساطر القياس لأنها تقيس وضع أخر عنصر في منظومة الحركة.

فوائد التعديـــــل

١- سهولة معرفة موضع العدّه الحقيقي - وبالتالي طول مشوار الحركة/ عمق القطع - دون توقف الماكينه.

٢- الغاء اثر خلوصات منظومة عامود الجر على دقه أبعاد المشغولة.

٣- تقيل الزمن العاطله المنقضية فى قياس أبعاد الشغله.

٤- ومن ثم رفع الانتاجيه بنسبة قد تصل الى 30% مع خفض نسبة المرفوض .

تكلفـــــــة التعديـــــل

وضع الماكينه	التكلفه	مكاسب التعديل الاساسيه
مخرطه زنبه بها:		
١- مساطر قياس فى اتجاه حركه العربه واخـــرى فى اتجاه حركه الرأسمه الكبرى.	4,000	• زيادة الانتاجيه بنسبه قد تصل الى 30% • زيادة دقة الأبعاد حسب حالة الماكينة
٢- حاسب الى	3,000	
٣- شريحه الكترونيه لزوم المساطر يتـــم تركيبـــها بالحاسب	4,000	

هـــ- النمط الخامس

فى هذه المرحلة تم ضَم جميع الأنماط السابقة فى نمط واحد وتم استخدام الحاسب الالى للتحكم فى هذه المنظومة عن طريق برنامج مبسط ويتم إدخال البيانات الخاصة بالمشغولة الى الحاسب بواسطة العامل أو إدارة الإنتاج وذلك مع الاحتفاظ بجميع مميزات الأنماط السابقة كلا على حده وسهوله التنقل بين هذه الأنماط لتشغيل المُعدّه.

أسباب التعديل

تتميز المنتجات المشغلة بواسطة المخارط ذات التحكم العددى بالدقه والتكراريه مع امكانية تشغيل الفورم المعقدة دون الحاجه الى أقلام فورمه. ولكن يعيب هذه المخارط ارتفاع سعرها وبالتالي سعر المنتجـــات المشـــغلة عليـــها. وبالاضافه الى صعوبة صيانتها مع الحاجة إلى فني متخصص لتشغيل هذا النوع من المعدات. وبمـــا أن دقـــة المنتجات تعتمد على دقة تصنيع المخرطة ودقة أجهزة القياس المستخدمة ودقة الحاكم الآلي فإنه من البديهي عنـــد تحويل مخرطه إلى هذا النمط أن تحتفظ بدقتها0.05 مم إن لم يكن أعلى - طالما كانت حساســية ودقــه اجــهزة القياس والحاكم أعلى من هذا بكثير (مساطر القياس ذات دقه 0.005مم والحاكم الآلي 0.01 مم).

فوائد التعديـــــل

١-إمكانية إنتاج الأشكال المعقدة بدون استخدام أقلام فورمه مع ضمان الدقة (±0.05 مم على القطـــر) والتكرارية.

٢-إعفاء العامل من قدر كبير من المجهود الذهني أو العضلي والحاجه فقط إلى عامل مُتعلم يستطيع تحديد خطوات التشغيل ومتغيرات القطع بجانب اختيار شكل العدّه الملائمة لكل سطح مشغل.

٣-زيادة إنتاجيه المُعدّه بنسبة 50%

٤-سهولة التدريب على تشغيل المُعدّه وصيانتها ، بل والتنقل بين أنماط التشغيل المختلفة فى حالة الحاجة إليها دون تعطيل المُعدّه.

٦- الاستغناء عن كثيرا من التروس والآليات اللازمة لتغيير سرعة أو عكس اتجاه حركة. مما قد يخفض تكلفه المُعدّه بسبة 15%

٧- إن المنظومة التى تم استخدامها للتحكم فى المخرطه لو تم شراؤها من الخارج كمنظومه متكاملة لتكلفت اكثر من ضعف ما تكلفته المنظومة الحالية، إضافته الى أنها ستكون مبهمة صعبه الصيانة أو التطوير.

تكلفة التعديل

حالةالمخرطه	التكلفه	مكاسب التعديل الاساسيه
مخرطه زنبه بها:-		
١- مغير سرعات ٣ فاز	4000	• زيادة الانتاجيه بنسبه قد تصل الى 50%
٢-عدد ٢ محرك ذو تيار مستمر.	2000	
٣- عدد٢ دائره تحكم فى سرعة المحركات.	1000	• زيادة دقه الأبعاد وقله المرفوض (حسب حاله الماكينة)
٤- عدد٣ شرائح الكترونيه لتوصيل الاجهزه بالحاسب.	8000	• أصبحت الماكينة بها بعض إمكانيات المخارط CNC ولكن بسعر تقريبا يمثل 20% من سعرها .
٥- عدد٢ مسطره قياس	4000	
٦- حاسب آلي	3000	
٧- لوحة تحكم	1000	

ك- النمط السادس

بما أن المخرطة فى وضعها الاخير (النمط الخامس) أصبحت معلومة التفاصيل فبات من الممكن عمل وتطوير البرامج الخاصه بها سواء برامج التحكم أو برامج إدخال البيانات (برامج المستخدم)، وذلك دون نقيد بأى نظام برمجه استخدم فى الماكينات الـ CNC بل على العكس يتم تصميم البرنامج بما يتلاءم مع طبيعة العامل وثقافته. كأن تكون لغة المحادثة باللغة العربية أو تكون هناك بعض الأوامر الصوتية التي يصدرها الحاسب لتنبيه العامل.

وعلى الصعيد الأخر، فإنه من الممكن وصل برامج التحكم ببرامج أخري موجود للاستفادة بإمكانيات هذه البرامج ولدمج المخرطة مع نظم الـ CAD/CAM الحديثة.

فى هذا النمط يتم عمل برنامج كمبيوتر لمساعدة العامل فى تحديد خطوات التشغيل المثلى مع تحديد كافة البيانات اللازمة عن متغيرات القطع والعدد المستخدمة وإسلوب التشغيل.

أسباب التعديل

تعتمد المشغولات فى دقة أبعادها ونعومة سطحها على نوع وشكل العدّه المستخدمة فى القطع والخطوات التى يجب اتباعها فى تشغيل المشغولة. إضافة الى ان متغيرات القطع المثلى (التي تعطى أقصى إنتاجيه أو اقل تكلفه) تعتمد على منظومة القطع من مواصفات الماكينة ومواصفات المشغولة وخلافه . لذا فإن استخدام الحاسب فى حساب متغيرات القطع (نتيجه الضوابط التى فرضتها ظروف التشغيل) ، أو استخدام الحاسب فى تخزين خبرة العمال المهرة لتحديد خطوات التشغيل وشكل العدّه القاطعة ، يوفر الجهد ويزيد الانتاجيه ويضمن جودة التشغيل ويقلل الخبره المطلوبة من العامل.

فوائد التعديل

١- سهولة إدخال بيانات المشغولة دون الحاجة الى عماله ماهرة أو متخصصة وبالتالي خفض تكلفة العمالة الى 60%.

٢- زياده الانتاجيه بنسبه 20% عن النمط السابق وذلك نتيجة استخدام شروط القطع المثلى مع تقليل الازمنه العاطلة.

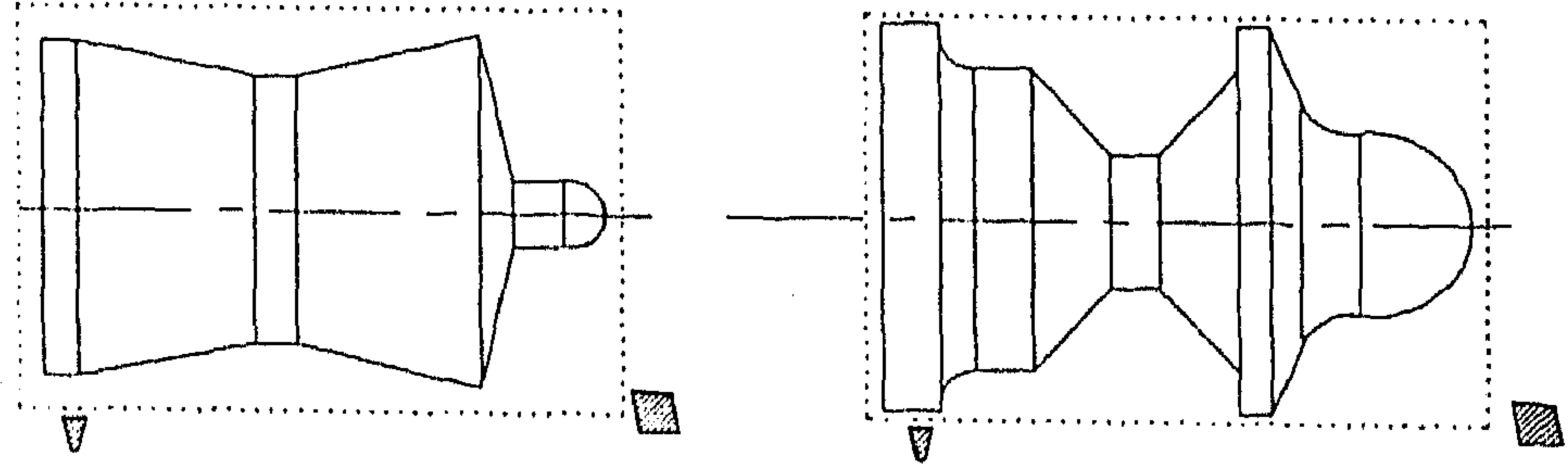
٣- امكانيه عمل برامج لدمج النظام مع اى برامج CAD/CAM

٤- سهولة تعديل وتطوير البرامج لتلائم طبيعة المكان (الهيكل التنظيمي للمصنع) وثقافة العامل وإمكانياته.

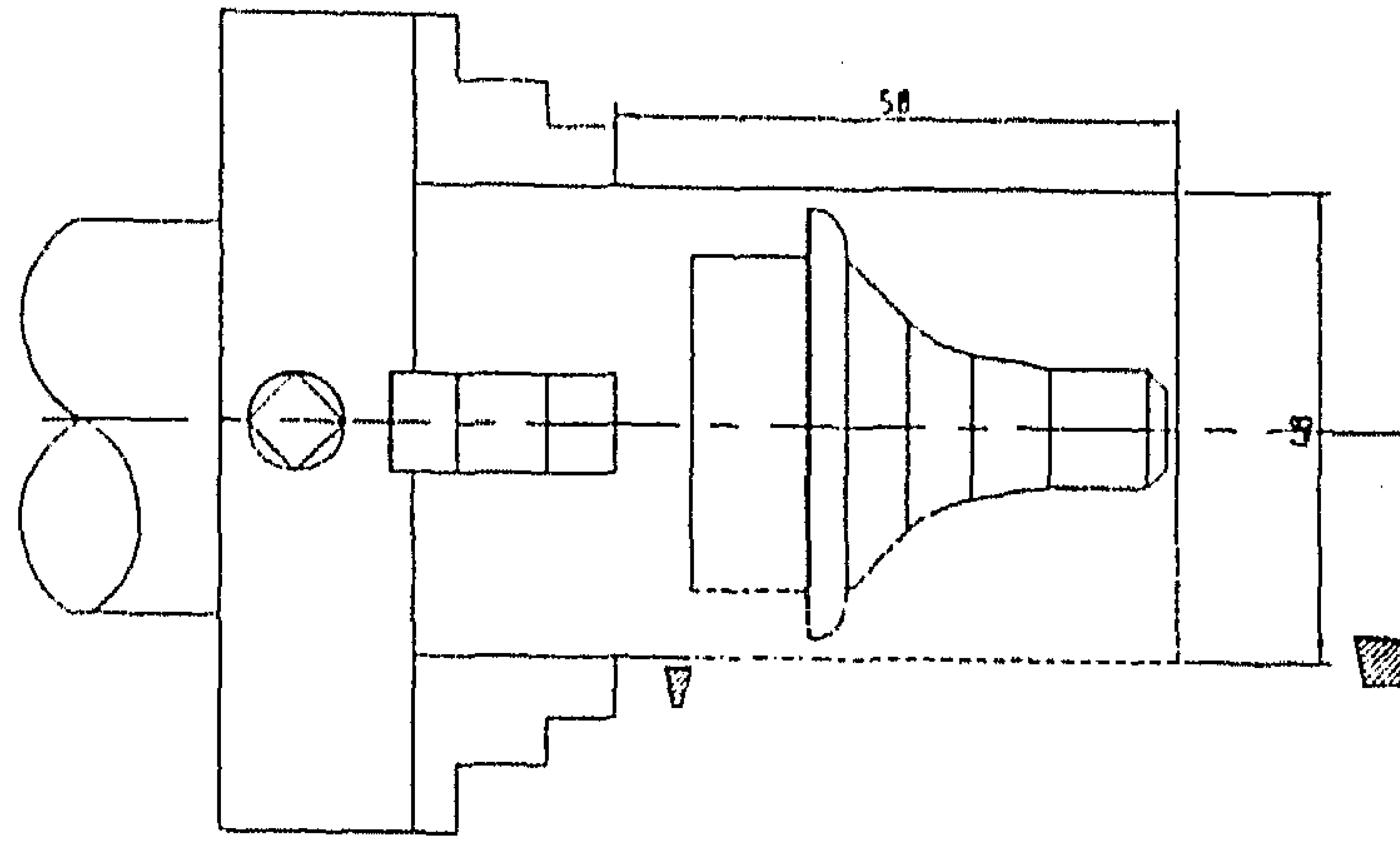
الملخص

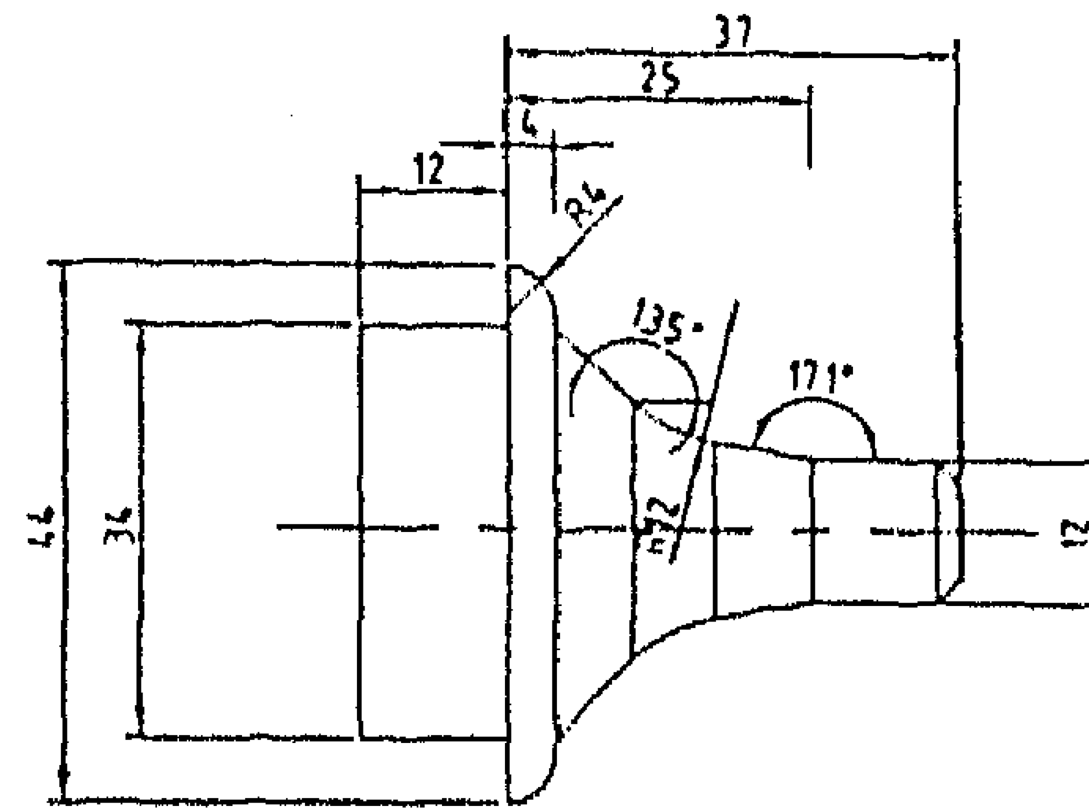
وختاما نستطيع القول بأن البحث الحالي أوضح الخطوات الضرورية لعمل منظومة متكاملة لتطوير المخرطة التقليدية حتى تستطيع المنافسة والبقاء وذلك فى صوره أنماط يتم تطبيقها تدريجيا. وأوضح البحث جدوى هذا التطوير أثره فى رفع الانتاجيه وجودة التشغيل مع قلة تكلفة التطوير مقارنه بالمخارط المستوردة. وبالطبع فإن هذا البحث يشحذ الهمم لتطبيقه على معدات أخرى سعيا الى مزيد من التقدم والإنتاج وخلق فرص عمل فى المصانع دون الاتكال كلية على التكنولوجيا المستوردة . ولا نستطيع القول باكتمال هذا البحث ولكنه يحتاج الى مزيدا من التطوير والتجريب.

و ما توفيقي إلا بالله هو المُستعان وعليه التُكلان واليه يُرجع الأمر كله.



الشكل ١ يوضح بعض المشغولات التي تم تنفيذها على المخرطة عن طريق النمط الخامس.

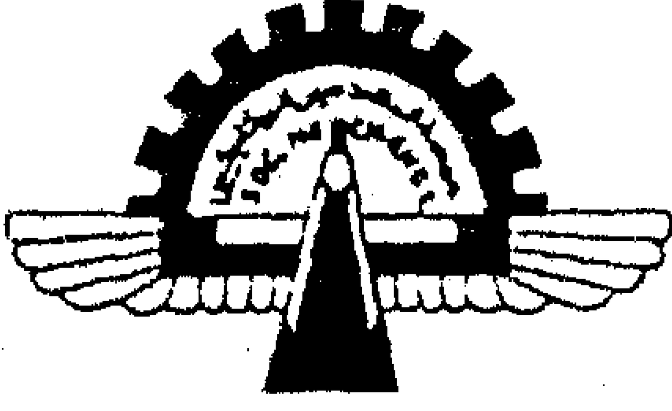




الشكل٢ يوضح بعض المشغولات التي تم تنفيذها على المخرطة، وزمن تنفيذها يدويا أو عن طريق النمط الخامس.

$t_{manual} = 36$ min $t_{automatic} = 12$ min

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها

4/2

فعاليات استخدام طلاءات مركبة الماسية على معدات الحفر والتنقيب

دكتور مهندس / خليل عزيمة

فعالية استخدام طلاءات مركبة الماسية
على معدات الحفر والتنقيب

د.م. خليل عزيمة

أستاذ مساعد في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

جامعة دمشق

د.م. ماري فارونكن

أستاذ في معهد المواد عالية القساوة

أكاديمية العلوم الأوكرانية

مقدمة:

يحدد تطور التقانات المتطورة إلى حد ما بتصميم واستخدام أنواع جديدة من المواد والتكنولوجيا. وتعتبر المواد المركبة الحاوية على الألماس من أفضل المواد المستعملة في رؤوس الحفر والتنقيب بسبب تمتعها بمقاومة اهتراء عالية وإنتاجية مرتفعة [1]. وتؤمن ميزات تحضير مزيج من الخلائط القاسية وحبيبات الألماس وتكنولوجيا التلبيد توزيع حبيبات الألماس في كامل الحجم وبشكل متوازن، وكذلك وثوقية الاتصال الفيزيائي- الميكانيكي على حدود الأطوار المتلامسة [2].

اهتراء أدوات الحفر والتنقيب:

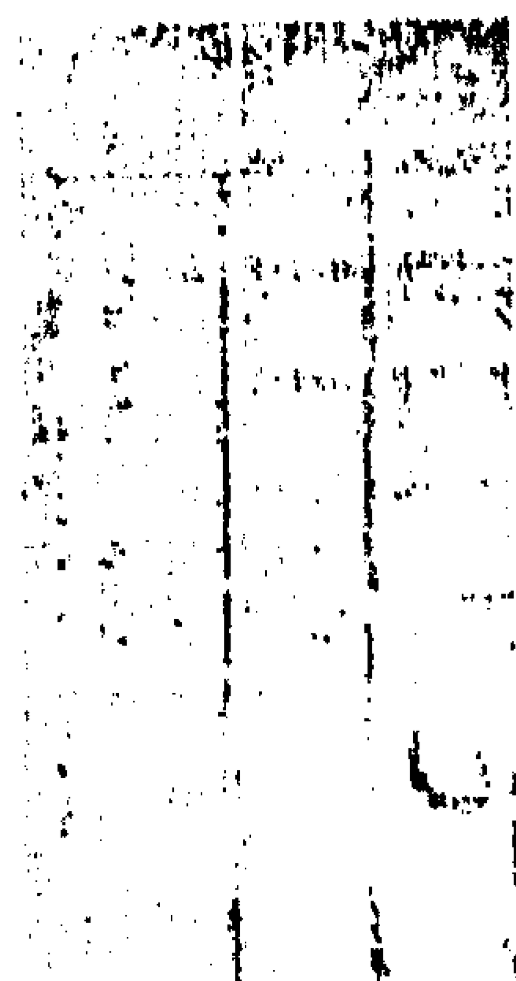
تحدد المتطلبات العليا، المرجوة من متانة ووثوقية لقمة أدوات الحفر التي تعمل في الظروف العظمى للتحميل الميكانيكي، بضرورة إجراء حسابات كاملة في مرحلة التصميم التي يجب أن تتضمن مجموعة كبيرة من العوامل التي لها علاقة ليس فقط بتصميم اللقم أو المتعلقة بعملية الحفر العادية والهيدروديناميكية، بل بالخواص الفيزيائية والكيميائية للتركيبات المحضرة من مجموعة مواد حاوية على الألماس، وبظروف الاتصال على السطح الحاوي على ألماس–حاضن وتكنولوجيا تحضيره. وتعطي معرفة هذه الصفات إمكانية اختيار وخصوصية تحديد توضع التركيبات على السطح العامل للقمة.

تعمل عناصر قطع الصخور في ظروف اهتراء حكي شديد وحكي هيدروليكي مصحوبة بأحمال ستاتيكية وديناميكية. حيث يجري قطع الصخور نتيجة دخول بلورات الألماس فيه، ويلعب الحاضن دور الأساس الصلب الذي يحمل حبيبات الألماس. وتعمل الحبيبات كأدوات قطع ميكروية. بين تحليل صفات اهتراء لقم الحفر أن التركيبات المتوضعة على أطراف اللقم تخرج من عملها بشكل أساسي نتيجة الاهتراء الحكي كما مبين في الشكل 1. وفي نفس الوقت يكون انهيار التركيبات المتوضعة على الأجزاء المتدرجة بسبب فقدان والانهيار الهش لحبيبات الألماس. ويبين الشكل 2 ثلاث مراحل اهتراء ريش لقم الحفر ، حيث يظهر على سطح التركيبات التضرر الذي

يتطور على شكل شقوق نافذة تؤدي إلى فقدان جزئي أو كلي للتركيبات وذلك بالاعتماد على درجة الاهتراء. وهـــذا مؤشر على ظهور انهيار ذو صفة هشة للتركيبة الذي يؤدي بدوره إلى خروج الأداة من عملها في وقت مبكر.



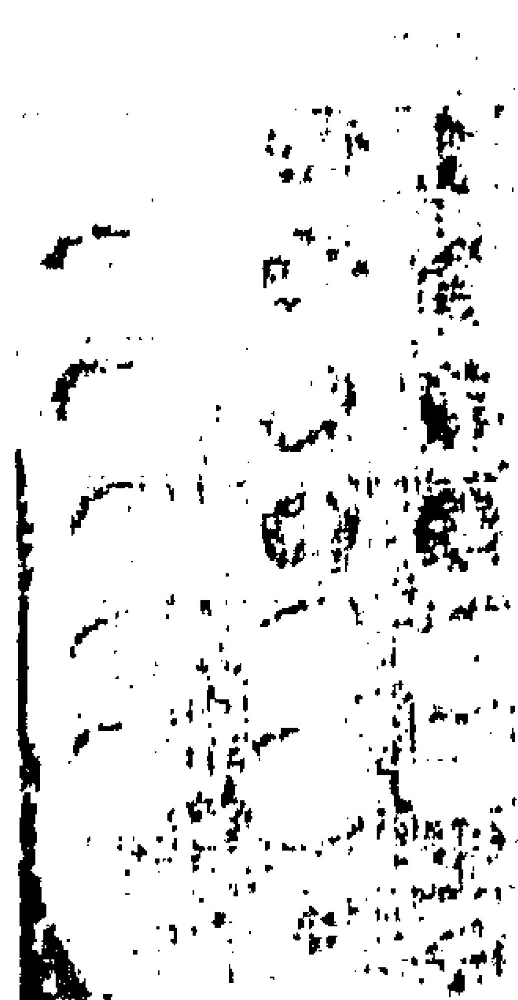
الشكل رقم 1
المنظر العام للقمة بعد العمل



1



2



3

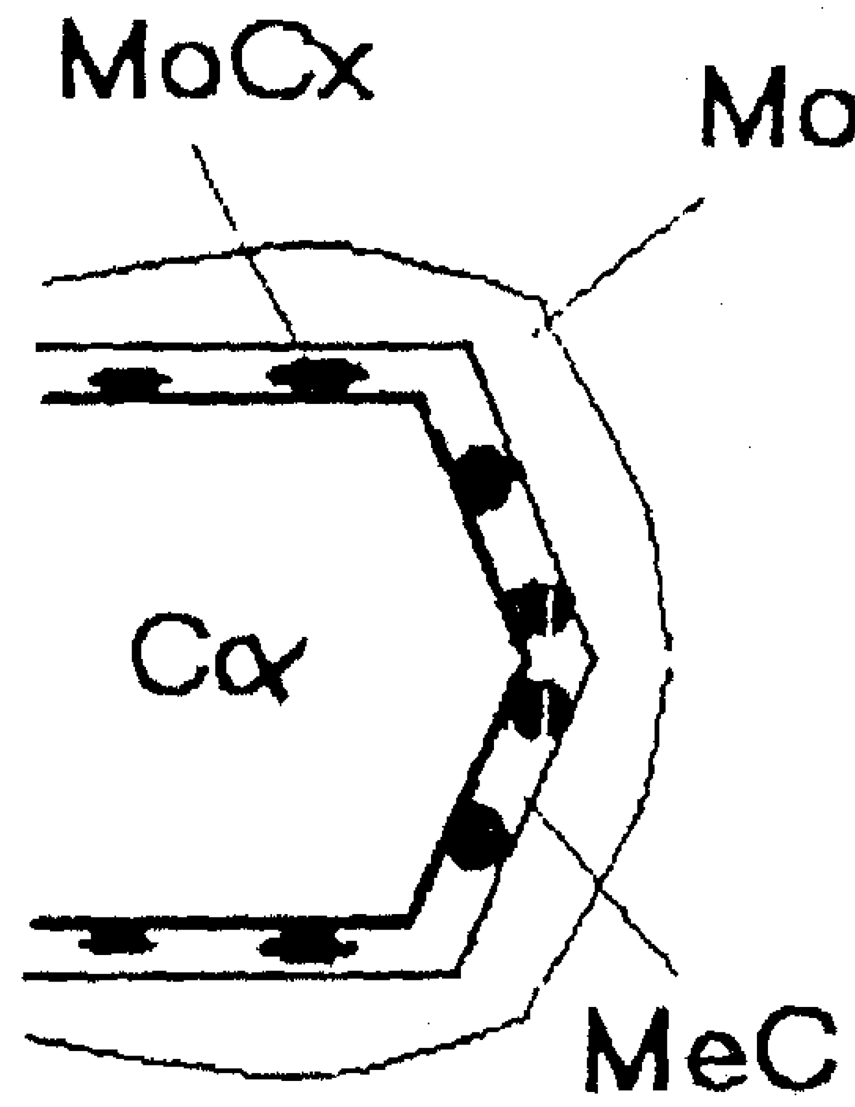
الشكل رقم 2

مراحل اهتراء التركيبات على ريش اللقم

1. اهتراء طبيعي
2. ظهور شبكة شقوق
3. فقدان أجزاء من التركيبة

معدنة مساحيق الألماس:

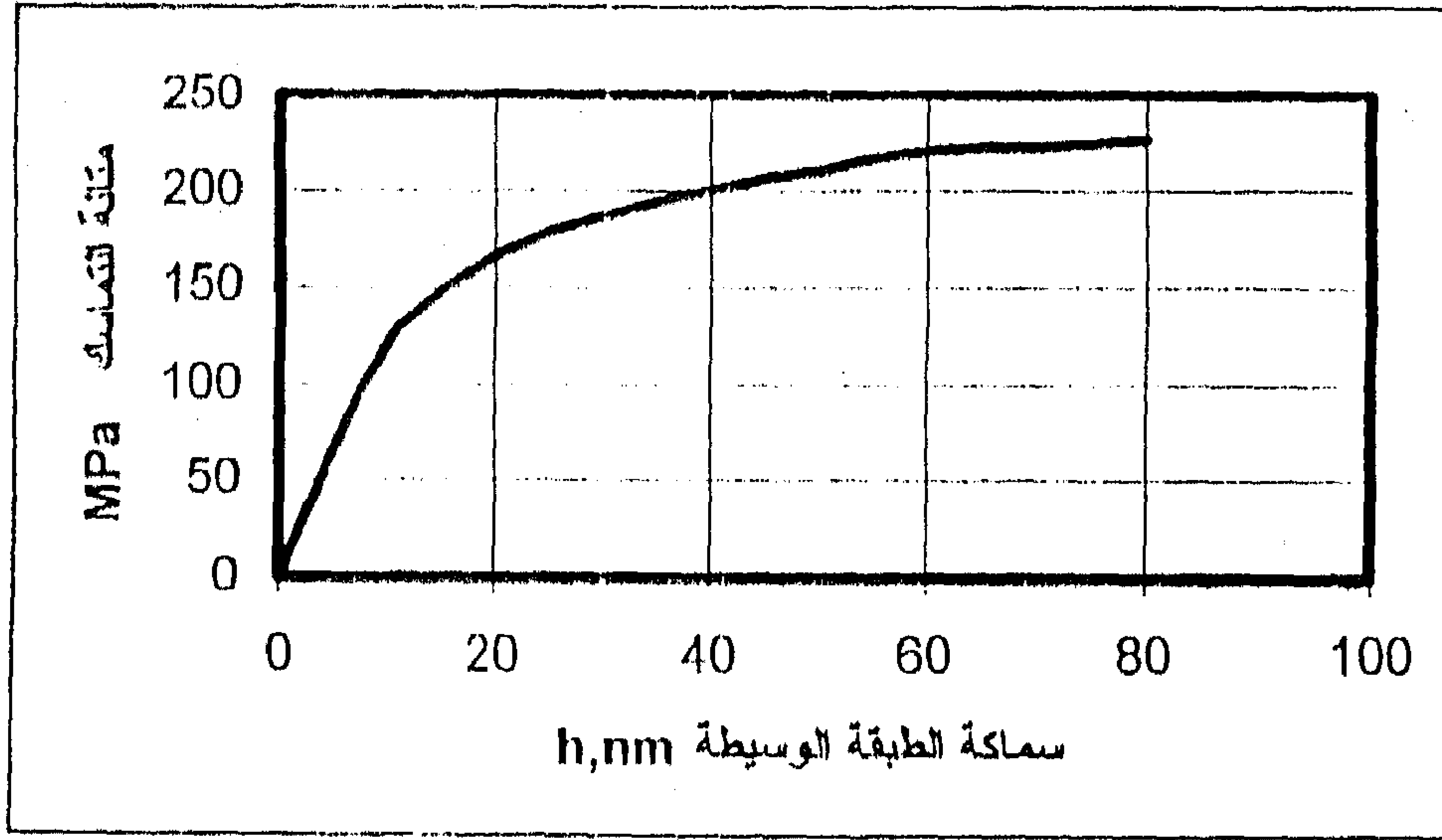
تعتبر معدنة الألماس إحدى طرق رفع مقاومة اهتراء الأدوات، حيث أبدت طريقة المعدنة هذه وبشكل مقنع فعليتها في أدوات الجلخ [3]. وتوجد في الوقت الحاضر الكثير من الخبرات حول استخدام مساحيق الألماس مع الطلاء المعدني، ولقد ابتكر في معهد باكول للمواد عالية القساوة- أكاديمية العلوم الأوكرانية معدات وتكنولوجيا حديثة تؤمن معدنة عالية الترابط وذات متانة تماسك عالية للألماس مع الطبقة. وبينت الأبحاث [4 ، 5] أنه في أغلب الأحيان يستخدم لعملية المعدنة معادن انتقالية مثل التيتانيوم والفناديوم و الموليبدين والكروم. ويعتبر الموليبدين ذو مستقبلية أفضل،حيث يشكل هذا المعدن مع الكربون الألماس أطوار كربيدية ذات متانة عالية و هشاشية منخفضة (أنظر إلى الشكل 3). ويملك معامل تمدد حراري منخفض بشكل كافي ليقلل الاجهادات الحرارية في طبقة الطلاء المليبديني. كما يعتبر التنغستين والتيتانيوم على نفس الدرجة من الأهمية والمستقبلية، ولكن ارتفاع سعر وندرة التنغستين وأيضا الهشاشية العالية للطور الكربيدي للتيتانيوم يحد من استخدامهما.



الشكل رقم 3

مخطط الطبقات بعد المعدنة

إن العامل الهام ، الذي يحدد فعالية استخدام معدنة مساحيق الألماس على الأدوات التي تعمل في ظروف الحمولات الصدمية، هو رفع بقاء وتماسك حبيبات الألماس في التركيبة أثناء العمل. وبسبب الخمول الجيد للألماس عند وجوده مع المعادن، فإن استخدام المعدنة يؤمن على حدود (ألماس - طلاء معدني) تشكل عناصر ذات روابط كيميائية مثل عملية تشكل الكربيدات التي تجري عند ترسيب ذرات معدنية عالية الطاقة [6]، والتي تؤثر على متانة تماسك الطلاء مع الألماس. ولدراسة تماسك الطبقات في حالة المعدنة تم وضع طبقة معدنية من الموليبدين بطريقة الترسيب الالكترودي في الخلاء (فاكيوم) بسماكة μm 5 - 0.3 على الأداة وتم دراسة تأثير سماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة على متانة تماسك الطلاء مع سطح الألماس. يبين الشكل 4 أنه مع زيادة سماكة الطبقة الكربيدية البينية (الوسيطة) ترتفع قيمة متانة تماسك الطلاء مع الألماس. فعند سماكات قليلة تزداد بشكل شديد متانة التماسك، وعند رفع السماكة تنخفض شدة الزيادة. بينما عند سماكات أكثر من nm 80 تكون زيادة المتانة غير ملحوظة، وبهذا فإن رفع سماكة الطبقة الكربيدية أكثر من ذلك غير فعال.



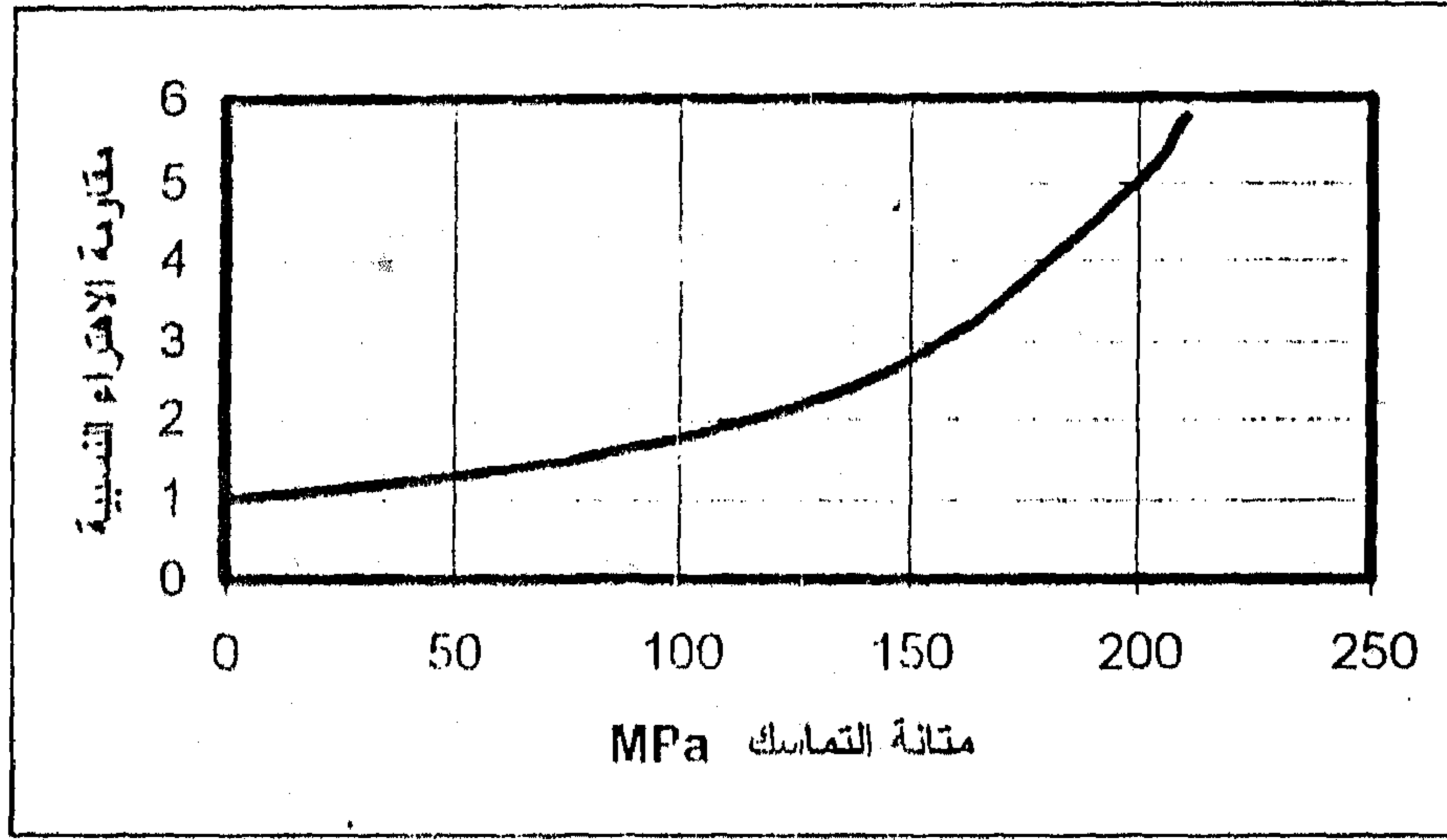
الشكل رقم 4
علاقة متانة التماسك بسماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة

أكدت دراسة تأثير متانة التماسك على خاصية العمل أن متانة التماسك هي من أهم العوامل التي تؤدي إلـــى رفع مقومة الاهتراء للأدوات. ولبيان علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء تم معدنـــة أدوات ذات لقـــم الماســـية AC50 – 250/200 بالموليبدين، وخضعت اللقم لتجارب مخبرية وصناعية.

أجريت التجارب المخبرية على منصة قاعدة مخرطة حفر قطرية نموذج 2H58 . ولقد استخدم نظام الحفر القاسي التالي:

- السرعة الميكانيكية المستمرة 3.84 m/h
- سرعة التغذية 80 µm لكل دورة
- عدد دورات أداة 800 r.p.m.
- سرعة القطع الخطية المستمرة 2.11 mm/sec.
- عمق الحفر لكل اختبار 0.6 m

وحدد اهتراء الأداة بفقدان الوزن بدقة 10 mg ، ونفذ الحفر على الغرانيت. إن الحفر بسرعة ثابتة يبين فعالية عمل أداة الحفر المجهزة بطبقة الماسية ممعدنة. يبين الشكل 5 نتائج هذا الاختبار حيث تؤدي الزيادة في متانـــة التماســـك إلى زيادة مقاومة الأداة للأهتراء. ارتفعت مقاومة الاهتراء في حال استخدام متانة تماسك 219 MPa أكـــثر مـــن خمس مرات.

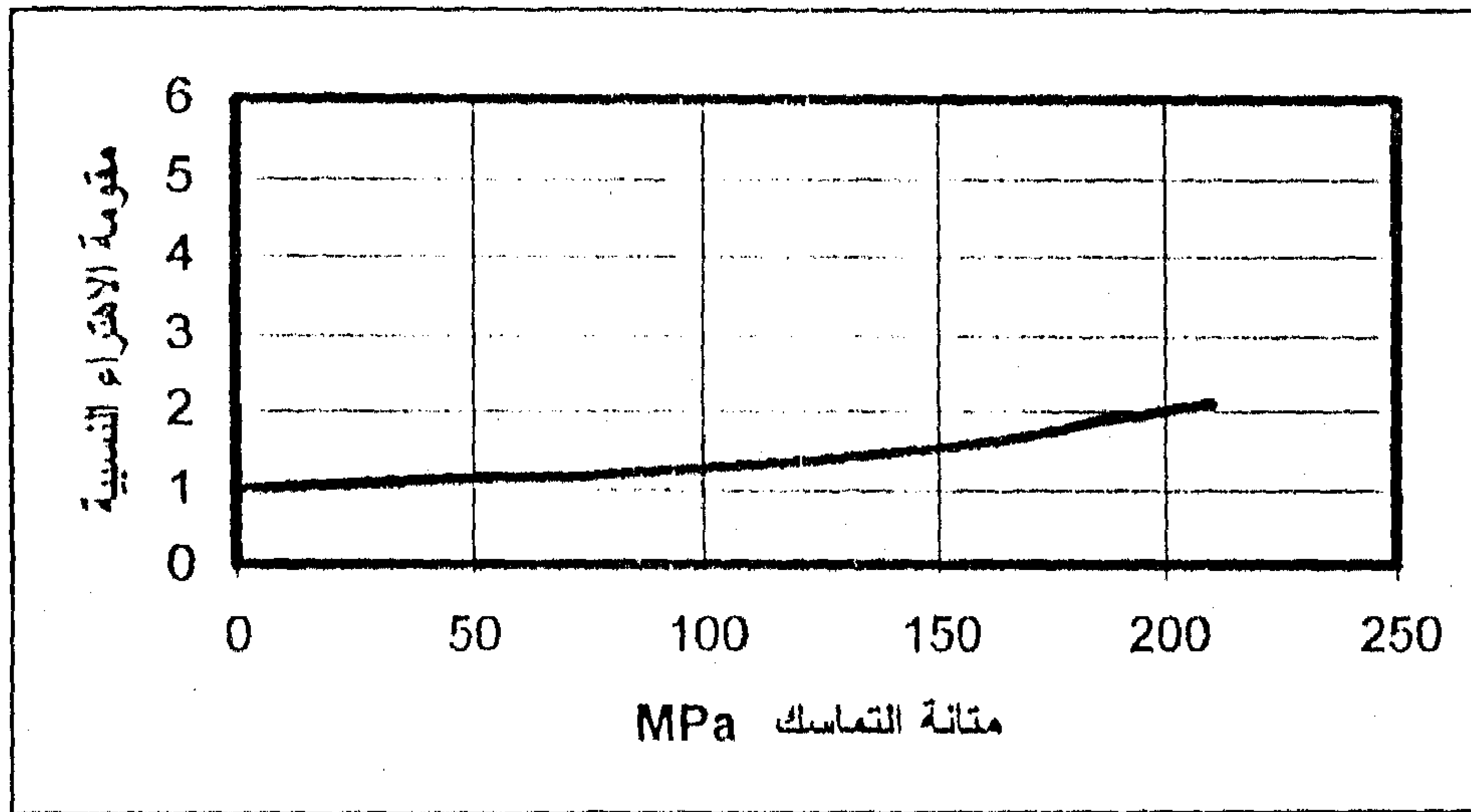


الشكل رقم 5
علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء النسبية
لأداة ذات الماس ممعدن
(مخبريا")

استخدمت أيضا" لقم الحفر المجهزة بطلاء معدني في ظروف الإنتاج الحقيقي وذلك على آلة الحفر نموذج CKB-4 وفق نظام العمل التالي:

- عدد الدورات 435 - 710.r.p.m
- الحمولة الأساسية 700 – 1300 kgf.
- السرعة الوسطية للحفر 2-7 m/h

أوردت في الشكل 6 نتائج الاختبار.



الشكل رقم 6
علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء النسبية
لأداة ذات الماس ممعدن
(صناعيا')

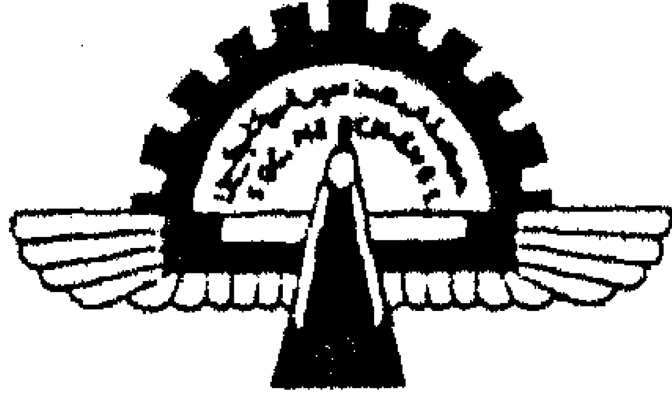
توضح الأشكال 5 ، 6 أن سمة العلاقة عند الاختبار المخبري والإنتاجي واحدة، بينما عامل زيادة مقاومة الأداة أقل. وهذا يحدث لأن ظروف عمل الأداة كانت أقل قساوة وذلك بسبب أن السرعة الوسطية للحفر أقل بكثير، وبالنتيجة عامل استخدام معدنة مساحيق الألماس أقل. وترتفع مقاومة الأداة حوالي 1.2 - 1.3 مرة في حالة المعدنة بالموليبدين عندما بلغت متانة التماسك مع الألماس 30 - 60 MPa . ومثل هذه النتائج أوجدت سابقا' [7]، عندما تم معدنة مساحيق الألماس بالكروم والتيتانيوم - نيكل و التنغستين - نيكل بطريقة الترسيب المغناطيسي.

النتائج:

- يشكل الموليبدين عند معدنة مساحيق الألماس طبقة كربيدية وسيطة.
- تؤثر سماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة على متانة تماسك الطلاء مع حبيبات الألماس، حيث تـزداد متانـة التماسك مع زيادة سماكة الطبقة.
- تؤثر متانة التماسك على مقاومة اهتراء لقم رؤوس الحفر المجهزة بمساحيق الماس ممعدنة، حيـث تـزداد مقاومة الاهتراء مع زيادة متانة التماسك.
- تؤدي معدنة مساحيق الألماس إلى رفع مقاومة الأداة إلى أكثر من 50 % ، وزيادة سرعة الحفر وبالتـالي تزداد الإنتاجية 30 - 40 % كما ويمكن للأداة أن تعمل بدون تبريد.

المصادر العلمية:

1. تبسين ن.ف. مقاومة اهتراء المواد المركبة الألماسية لأدوات الحفر. كييف: 1993.- 191 صفحة.
2. خليل عزيمة. خصائص بنية المواد المركبة الألماسية /مؤتمر الأيام المغاربية الرابعة للدراسات حـول الهندسة الميكانيكية. الجزائر 1999 .
3. تشيسياكوف إ.م.، شبيلف أ.أ.، دودا ت.م. ممعدنة أدوات من مواد عالية القساوة. كييـف: 1982.-204 صفحة.
4. كالنين إ.غ.، بالشوف ن.ف.، برخروف ن.ف. معدنة مساحيق الألماس.// مجلة المواد عالية القسـاوة. 1981.-عدد 8 - الصفحات 11 - 13 .
5. مغيلفسكي ن.م.، تشيسياكوف إ.م.، شخنوفيتش م.د. طلاء مساحيق الألماس ونتريد البورون. //مجلـة المواد عالية القساوة. 1981.-عدد 2 - الصفحات 38 - 42 .
6. بانديار إ.ف.، بليانكينا أ.ف.، يونكو ل.م. تأثير الطلاء الموليبديني على مسـاحيق الألمـاس / الطـلاء المقاوم للاهتراء والتآكل. كييف: 1989 .- الصفحات 47 - 50 .
7. أشموف س.أ.، بروف إ.ج. مارتينوف أ.غ. معدنة الألماس لريش الحفر. موسكو: 1989.- 27 صفحة.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى الحفاظ على البيئة

1/3

الانتاج الانظف فى الصناعات المصرية

أستاذ دكتور / احمد حمزة

الإنتاج الأنظـف فى الصناعة المصـرية : التجربة وتحديات المستقبل

أ.د/ أحمد حمزة

كبير مستشاري وزارة البيئة-مصر

موجـز

أدى تفاقم المشاكل البيئية في مصـر الى توجيه الاهتمام لحماية البيئة والحفاظ علـى المـوارد فـي إطـار استراتيجية القومية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية حتى ٢١٠٧ . وفى سعى الدولـة إلـى توسيـع القـاعدة الصناعية لإيجاد فرص عمل جديدة ودفع عجلة التنمية فأن انتشار الصناعات الملوثة قد يؤدى الـى تدهـور البيئة. وما لم تتكاتف الجهود لحماية البيئة فقد يؤدى استمرار انتشار التلوث لأخطار داهمـة علـى الصحـة العامة والبيئة في مصر.

ويدرك الصناع أن الترويج لمنتجاتهم في الأسواق المحلية والعالمية يستلزم الحرص على تطبيق الاشـتراطات البيئية والتي يصعب بدونها أن تتوافر في المنتجات مواصفات الجودة والسلامة الصحية والبيئية. وتستلزم تلك العوامل الناشئة الإقلال من الفاقد و الحد من التلوث لتحقيق الالتزام بمتطلبات حماية البيئة. ولـدرء مخـاطر التلوث فإن الصناعة المصرية مطالبة بالتوسع في استخدام التكنولوجيات الأنظف لزيادة كفاءة الإنتاج وتحسين دورة حياة المنتجات.

وفى نطاق تطوير أساليب الإدارة البيئية فى الصناعة فأنة يجب إن يؤخذ في الاعتبار خصوصية الأوضـــاع الاقتصادية والبيئية فى مصـــر، وان يواكب استخدام التكنولوجيات الأنظف توفير الكوادر البشـرية والدعـم المالي والفنى لحفز الصناعات المستهدفة على الاستثمار فى التكنولوجيات الأنظف.

وحتى يمكن دعم القدرات التنافسية للصناعة المصرية وزيادة المردود الاقتصادي للإنتاج الصناعي فإنه من الضروري استخدام نظم مؤكدة وبتكاليف اقتصادية مع الالتزام بتطبيق القانون. ومن المهم تقييـم النواحـي التكنولوجية والخيارات المتاحة لخفض انبعاثا الملوثات لتلبية معايير حماية البيئة فى مصـر. ومن المتوقـع أن تبنى سياسات بيئية سليمة سيؤدى الى زيادة كفاءة الإنتاج وانخفاض تكاليفه وفتح الأسواق العالمية أمـــام المنتجات المصرية بما يفوق التكاليف التى تتحملها الصناعة لإدخال التكنولوجيا النظيفـــة ولتنفيـذ برامـج الرقابة والالتزام البيئى فى المنشآت الصناعية العربيـــة.

CLEANER PRODUCTION IN THE EGYPTIAN INDUSTRY

Ahmed Hamza, Ph.D.
Senior Advisor
Ministry of State for Environmental Affairs

From Waste Treatment to Waste Minimization: Experience and Prospects

Industrial development in Egypt suffers from intense polarization, as manufacturing facilities tend to concentrate in urban settlements where demand and growth rates are highest. At the same time. Use of relatively old technologies, which generate appreciable pollution, is predominant in the Egyptian industry.

Since the early 1950's, the pattern of developing the manufacturing industry has been typified by establishing large production industry to feed another large manufacturing facility, which in turn supply feed stock to a third large plant in same location. Such pattern of industrial development often contributed to formation of "*pockets of intensive pollution*", which led to severe degradation of city environment and overloading of public infrastructure.

As a result of this chaotic situation, the environment has been afflicted with severe problems; the most important of which embrace deterioration of natural resources, impairment of agricultural productivity, and posing serious impacts on public health. In addition, environmental degradation has been aggravated due to: (a) the vast increase of industrial emissions owing to the steady expansion of existing manufacturing plants and the establishment of new industries, (b) improper end-of-pipe treatment of liquid and gaseous emissions and unacceptable disposal practices of hazardous residues, (c) difficulties in monitoring industrial emissions owing to the lack of instruments and trained personnel, (d) reluctance on the part of most dischargers to invest money in pollution abatement, (e) lack of professional management and trained personnel for operation of plant waste treatment facilities, (f) lack of machinery and responsibility for strategic planning for residue control for emission generated from industrial sources, and (g) inadequacy regarding facilities for operation of liquid and solid wastes management systems.

In response to the emerging environmental concerns, industry has initially reacted to the mounting public pressure by adopting ***a strategy of pollution control through waste treatment***. However, in most instances, the end-of-pipe approach

faced serious operational problems, and transferred pollutants from one receiving medium to another; this led manufactures to look for other viable options to solve their pollution problems.

At present, the industry recognizes the need to avoid or minimize waste generation through introduction of modern processing technologies, effective management of production inputs, reuse of secondary materials and conservation of water and energy. This trend is further strengthened as government subsidies on energy, water and raw materials are gradually lifted and manufacturers are charged the actual costs of production inputs.

In an effort to relocate industry away from the congested urban centers, the Government has opted to establishing new industrial cities across the country. Manufacturing enterprises in these industrial cities are relatively modern and rapidly growing; their annual investments are large in relation to existing stocks, and adoption of pollution prevention measures can be easily accommodated during the course of industrial development in these new cities. On the other hand, most facilities in the old cities possess an aging industry, with limited investment available for improving or expanding existing manufacturing plants. In these aging industries, the cost of pollution prevention is usually higher per unit output.

So far, the public sector industries are unable to provide sufficient resources for retrofitting their out-dated facilities, or adding new cleaner production units. Moreover, it has proven difficult to adopt drastic measures to upgrade manufacturing technologies, particularly if they affect employment or cause basic changes in the traditional management practices. Despite these problems, it is encouraging to note that liberalization of industry and improving management capability in recent years, have progressively led to improvement in productivity and products' quality, which in turn reduced manufacturing wastes and pollution arising.

In the long-term, however, a formidable problem facing public industries with mature but aging facilities, is to allocate significant investments for modernization of exiting production equipment or their replacement with newer ones. This move, is at present coming up against numerous technological, social and financial difficulties, and cannot be expected to gain a large momentum soon.

Impact of Environmental Management on Waste Minimization in the Egyptian Industry

One major handicap in achieving effective industrial environmental management in Egypt has been the fragmentation of decisions in terms of both geographic boundaries and allocation among various uses. The interactions between industrial development, urban growth, and infrastructural support services, have not received systematic attention from the multiplicity of agencies involved. Thus wholly unrelated decisions on development of industry in a specific region inevitably produce negative impacts on environment, and other development activities.

To overcome these problems, a greater control has been exerted over industrial development in order to restrict unnecessary damage due to irrational siting or uncontrolled pollution in the longer term. The underlying conditions for effective management include an institutional structure which enables: (a) coordination of activities of public agencies involved; (b) an increased role in decision-making for those most affected by industrial development (local communities, workers, businesses); (c) enactment of a unified industrial permit system to enable efficiency in allocation and resolution of use conflicts; and (d) determination of the threshold level of damage incurred by industrial pollution which is unacceptable to society regardless of the short-term benefits which may accrue.

Manufacturing enterprises can adopt proper pollution prevention measures through elimination or reducing wastes generated during production; encouraging full cycle product/waste management services such as used solvents collection and redistillation, re-refining of exhausted lubricating oil, and cardboard packaging and recycling services; funding research and development out of profits; conducting in-house total quality control and employees' awareness and training programmes to encourage waste minimization and pollution prevention; employ environmental audits as a systematic procedure to identify opportunities for waste reduction and to undertake proper actions to overcome operational problems; and focusing on cost-effective cleaner production alternatives which may not impair process/product performance or reduce production rate.

Service industries represent a fast growing business in Egypt. They usually provide specialized services or lease products rather than selling them. They are

therefore, responsible for taking products after use for reconditioning before being offered for reuse. As such they contribute to the extension of products' life cycle. Service industries such as auto repair and maintenance of house hold appliances, can extend the serviceable life of capital goods far beyond their designed useful-life. Product-life extension is a strategy widely adopted by the service-oriented economy of Egypt; the focus in this case is directed to developing skills for provision of services rather than promoting manufacture and sale of new products. In essence, service industries are serving the same purpose of the cleaner production, which aim to conserve resources and increase products' useful life.

The Ministry of State for Environmental Affairs (MSEA) is promoting pollution prevention through enforcing relevant legislative instruments (the environmental law No. 4/1994), providing technical assistance, and offering easy-term financing for cleaner technology projects. Assistance of the donors community is provided to encourage integration of cleaner technologies in industry.

The Academy of Scientific Research and Technology through it Science and Technology Cooperation Program STC, is supporting industrial demonstration projects for pollution prevention with emphasis on application of cleaner production and waste recycling. Multimedia pollution prevention concepts are being examined to assess the potentials of product-life extension and the validity of applying "cradle-to-cradle liability" in industry. Governments are also exercising pressure to promote cleaner production through the vast purchasing powers of their central and local institutions.

The environmental advocacy groups are gradually gaining credence in Egypt. They have been able to exert some pressure on industry to shift their operation toward cleaner production. Some environmental groups are considering launching voluntary certification "eco-labeling" programmes to identify clean products The Egyptian Society for Industry and Environment). Nevertheless, most consumers in the country are still basing their purchasing decisions on prices and personal preference rather than on environmental considerations. In addition, legal constraints impede efforts of consumer groups to publicize environmental risks emanating from polluting industries.

WASTE MINIMIZATION IN THE PETROLEUM INDUSTRY

Oil refining and downstream industries have expanded rapidly in recent years. At the same time, there has been a noticeable tendency towards integration of production facilities and introducing cleaner technologies. The economic pressures to improve cost-effectiveness and competitivity of all sectors of the oil industry dictated this trend. The growing public demand to reduce pollution emanating from oil processing has also forced the industry to invest heavily in retrofitting older production facilities to improve efficiency and minimize wastes. The oil industry has to cope with two other problems; namely, the growing scarcity of water supplies in Egypt, and the high cost of wastewater treatment before discharge to water resources; this is mandated in the laws 48/1982 and 4/1994 in order to maintain proper quality of the country water resources. Both problems have shifted emphasis from end-of-pipe treatment to preventive solutions involving greater integration and rational use of process inputs, improvement of production processes, and reduction of waste generation to the maximum practical extent.

At present, most refineries in the country employ total recirculating systems for cooling applications and multiple-reuse of process water; this reduced water intakes to makeup for process and evaporation losses, and discharges to blow-downs. Through various desulpurization processes, dramatic reduction has been achieved in the sulphur content of the crude oil. In refining and down-stream industries gaseous emissions have been brought to acceptable levels due to recovery of particulate matter and recycling of the emitted gases. Other cleaner technology measures which have been adopted as standard practice include replacing barometric condensers with surface ones; increasing the efficiency of drying, sweetening and finishing processes to minimize generation of spent caustic, acids, and clays; installation of sour water strippers to reduce the sulphide, ammonia, and phenolic concentrations and recycling of stripped condensate to the desalter; and improving Claus conversion of sulphide gases to sulphur by selective gas sweetening through adsorption or by catalytic hydrolysis of carbon disulphide. Most urea fertilizer plants employ wet scrubbing of prill tower' emissions; and have installed cryogenic system for the separation of hydrogen in the ammonia production, in order to permit better ammonia recovery from the purge gases and reduce nitrogen oxide emissions.

Waste Minimization through Recycling of Industrial Residues in Egypt

Industrial residues are those end-products of primary production that have not been reused, recycled or salvaged. They are the non-product flows of raw materials whose economic values are less than the cost of collection and recovery for reuse; and therefore discharged as wastes. These residues could be considered as secondary products if there were appropriate technological means for converting them into usable materials and if the value of the subsequent products were to exceed the costs of reprocessing.

Residues in this case cannot be regarded as wastes but become an additional resource to augment existing natural materials. Recycling, reprocessing and eventual utilization of industrial residues offer potential of returning these secondary materials to beneficial uses rather than their discharge to the environment which causes detrimental effects on man and his amenities. Successful residue utilization involves (a) rendering recovered products suitable for beneficial use, (b) promoting marketability to ensure profitable operating, (c) employing appropriate reprocessing technology, and (d) creating an overall enterprise that is acceptable and economically feasible.

The present attitude, which favors the use of virgin materials in Egypt, is a consequence of economic and technical policies that developed during abundance of energy and natural resources. If effective utilization of residues is to occur, these "consumptive policies" should be reconsidered to encourage the generating industry or a specialized secondary industry to utilize the residues. Efforts are needed to develop new technologies and to institute suitable measures to promote waste reclamation; this can only be achieved if residues are considered as complementary resources rather than as undesirable wastes.

Uncontrolled discharge of industrial residues has contributed to appreciable environmental deterioration in the country. This is manifested in the following:

- Increased eutrophication due to excessive discharge of nutrients;
- Microbial contamination that may impair quality of the receiving water bodies;
- Depletion of dissolved oxygen in surface water, fish kills and septic conditions;

- Offensive odors due to anaerobic decomposition of organic residues;
- Unsightly conditions in waste-storage and land-disposal sites.

Management of industrial residues is still being tackled in a piecemeal manner, and was rarely considered within the context of a comprehensive resources conservation scheme; constraints which hamper effective reuse of residues include: (a) lack of economic incentives and government subsidization; (b) scarcity of managerial and technical skills needed for effective waste utilization; (c) shortage of capital for investment in residue reprocessing; (d) unreliable information concerning marketability of the processed residues, and (e) unfavorable consumer attitude.

When assessing the economics of residue utilization schemes in the industrialized world, the higher labor costs required for reprocessing compared to the relatively cheaper costs of primary production frequently hinder reprocessing of residues. In the less developed regions, the situation is reversed, since most residue recovery schemes are cost-effective due to availability of manpower and better marketability of the reprocessed materials.

Despite the fact that residue utilization has not been promoted on the basis of resources conservation or concern for environmental protection, the economic incentive generally acts favorably for the development of successful reutilization systems.

Reprocessing technologies are applied in Egypt for recovery of waste paper, glass, plastics, food processing residues, and metal scraps. While modern technologies are yet to be employed in reprocessing plants, present technologies are, by and large, efficient and cost-effective. Examples of residue reprocessing in Egypt include:

Whey utilization: Dairy processing generates heavy loads of polluted effluents which contain dilutions of whole milk, separated milk, whey and sanitizers used in the Clean-In-Place (CIP) system. White cheese processing consists of mixing skimmed and dry milk, heating, addition of salts and rennet; the mixture is left for separation. The separated whey is commonly discharged o the sewerage without pretreatment, thereby increasing production losses and aggravating pollution problems. The dried whey can be blended with basic food materials to produce less expensive foods such as fruit sherbets, custards and bakery goods. Reverse

osmosis has been applied on a limited scale in some dairy plants in Egypt to produce a protein supplement and recyclable water; the technical and economic aspects of full-scale application of this advanced treatment remain to be evaluated.

Starch residues: Wastewater originates mainly from the stepping process in which clean, broken, rice seeds are macerated in caustic soda for dissolution of proteinaceous matter; protein recovery from starch wastes is being practiced by multi-stage evaporation and the recovered protein is utilized as a basic ingredient in animal feed production. A novel system is currently under investigation for successive acidification and neutralization of starch wastes to remove suspended solids and soluble organics prior to activated sludge treatment. The recovered sludge is dried for subsequent use as animal feed.

Canning residues: Processing of fruits and vegetables generates large amounts of wastes in the range of 25-50 percent of the raw materials; they include spoiled raw materials, peels, pith and trimmed parts. Solid waste generated from the canning industry is occasionally sold as animal feed. However, the lack of an organized collection and proper storage systems, result in residue putrefaction. This often renders the accumulated residues unsuitable for feeding formulae.

Edible oil wastes: A continuous-flow unit has been designed for the treatment of oil wastes using a system comprising diffused air flotation in a field demonstration project sponsored by STC. Removal of oil and suspended residues was effectively accomplished by air flotation in conjunction with chemical coagulation. The recovered oil is successfully used for the production of low -quality soaps.

Brewing Wastes: The residue of malt filtration is sold as animal feed or as soil conditioner. In the brewing process, hops are added to give the characteristic aroma. fermentation is performed using pure culture of saccharomyces cerevisiae. Part of the residue is recycled with fresh culture for fermentation of subsequent batches. The beer slops are normally discharged to the sewer system, which causes serious problems to the sewerage network. It is possible to utilize brewing residues as organic fertilizer. The feasibility of this approach is influenced by tow important factors, (a) the economics of land application of residues, and (b) means of avoiding exceeding the capacity of the land to assimilate the residues.

Spent clays: Diatomaceous earth is widely used as a filter aid in food processing and as a bleaching agent in oil refining. Considerable amounts of spent clay are

presently discarded, which pose serious environmental problem. Residual oil in the spent clay may reach 40 percent. A field demonstration project for reactivation of spent clay demonstrated that caustic treatment can recover over 70 percent of the entrained oil, while solvent extraction is capable of recovering about 90 percent of the lost oil. The remaining clay can then be burned under controlled condition to produce reactivated clay with more or less similar bleaching power to that of the imported clays. Application of this technique in a centralized unit would be cost-effective because of the high demand for the recovered oil and the regenerated clays. Regeneration will also alleviate the disposal problems of the spent clay.

Straw Pulping: The escalating prices of imported pulp, and the concomitant increased demand for paper have contributed to the recent increases in wastepaper reuse in Egypt. Reprocessing practices involve cutting of straw, separation of foreign matter and semi-chemical digestion in an alkaline medium. The waster paper is sorted and subjected to screening and homogenization with the digested straw before feeding to the paper machine. Development of efficient collection techniques for straw and other agricultural residues will increase the stocks of cellulose fibbers and permit increased usage of local raw materials for paper processing.

Reuse of Other Cellulose Residues: About 50 percent of the municipal refuse contain cellulose; added to this are agro-industrial residues from canning, drying and extraction processes. The most acceptable method for breaking cellulose residues into simple sugars is enzymatic hydrolysis.

Cleaner Technology Applications in the Egyptian Industry

As awareness of the serious effects of industrial pollution on environmental quality has increased, so has the realization that proper measures must be implemented to protect the environment in Egypt.

Problems of industrial pollution are compounded by: (a) the vast increase of industrial emissions owing to the steady expansion of existing plants and the establishment of new industries; (b) improper end-of-pipe treatment of liquid wastes and unacceptable disposal practices regarding hazardous residues; (c) difficulties in monitoring industrial emissions owing to the lack of instruments and

trained personnel and (d) reluctance on the part of most dischargers to invest money in pollution abatement.

Liquid effluents from industrial sources are some times pretreated on site before discharge to public sewers. Since more than 75% of industrial establishments in Egypt are state - owned, it is virtually impossible to enforce the emission laws owing to economic, technological and political constraints.

The drawbacks of the existing management system for industrial pollution include lack of expertise for industrial environmental management, ineffective industrial planning, and failure to integrate environmental impact assessment in industrial development, and inadequate monitoring and enforcement of industrial emissions.

In recognition of these drawbacks, EEAA has developed a long-term strategy to ensure environmental-soundness of industrial development in Egypt. The strategy components include: (a) development of master policies to promote the quality of the environment through implementation facility-specific programs for abatement of industrial pollution; (b) supervising regional and self-monitoring programs for pollution control; (c) reviewing and assessing major industrial and trade activities within the scope of national guidelines for environmental protection and (d) proposing remedies for existing deficiencies in the waste management system and implementing a practical schemes for waste treatment.

EEAA has launched an industrial pollution abatement program based on achievable and cost-effective practices to implement interim and long-range plans for the control of industrial liquid and solid wastes. The World Bank is offering a financial package of US$ 50 million for investment in cleaner technologies and pollution prevention in the Egyptian manufacturing industries.

The rapid expansion and diversification of the manufacturing industry in Egypt, coupled with a lack of an efficient waste abatement system, have resulted in serious pollution problems. In addition, the absence of a rational environmental protection strategy and the imposition of ambiguous and unrealistic emission standards have led to a chaotic situation.

Chemical industries in Egypt are mainly medium-to- large-size; they discharge their effluents into water bodies and the sewerage system without pretreatment. However, industrial plants will be forced in the near future to install pre-treatment

units or pay heavy fines for their polluted discharges. A logical alternative is to install new equipment or modify existing production systems to minimize processing losses and to conserve material inputs. The following is a brief description of the production processes and proposed CT measures of various chemical industries in Egypt.

- **Chlor-Alkali and Inorganic Chemicals**

Miser chemicals company MCI produces chlorine and caustic soda (mercury cell process). Soda ash (Solvey process), in addition to hydrochloric acid, calcium hypochlorite and hydrogen peroxide. The Egyptian Petrochemicals Company EPCC produces caustic soda and chlorine (diaphragm cell process) for on-site use in the production of PVC.

Chlorine production by the mercury cell consists of two sections: the electrolyzer and the decomposer or denuder. Mercury flows in a thin layer at the bottom of the electrolyzer acting as the cathode of the cell, and the brine flows concurrently on top of the mercury. Parallel graphite or metal anode plates are suspended from the cover of the cell. Electric current flowing through the cell decomposes the brine, liberating chlorine at the anode and sodium metal at the cathode. The metallic sodium forms an amalgam with the mercury. The amalgam from the electrolyzer flows to a denuder. The spent brine is recycled to the brine purification process. In the denuder, the sodium-mercury amalgam is the anode and the cathode is iron or graphite. De-mineralized water is added, and this reacts with the amalgam to form hydrogen and caustic soda.

Options of Cleaner Technology

Management and housekeeping practices in the chlor-alkali processing receives first consideration in establishing measures for reducing or eliminating wastewater discharges, and these could include control of water usage, recovery of useful or salable byproducts, and process modifications. The brine treatment and cell room areas are being equipped with fiberglass gratings to collect all spills and leaks. Mercury bearing wastes should receive sulfide precipitation, followed by pressure filtration. This will also remove other heavy metals, which may be present in the stream. The precipitated mercury waste may be stored in a lined pond, transferred to a secure landfill, or processed for recovery of the mercury. Where further treatment is needed; the filtered effluent can be passed through granular activated

carbon beds for removal of residual metal sulfides and metallic mercury. This cleaner technology CT has been thoroughly investigated at Miser Chemicals Plant.

The solids contained in the brine muds in MCI, as well as those resulting from other parts of the plant operations should first be examined for possible byproduct recovery, either on site or elsewhere. Since such residues may contain toxic substances, extreme care should be taken when disposed of in landfills to avoid runoff or drainage into surface waters or seepage into ground waters. Disposal grounds may need to be sealed and provided with surrounding walls to prevent both seepage and surface runoff.

Mercury Decontamination

An extensive sampling campaign conducted in 1992 in and around the MIC plant, indicated heavy contamination with mercury. Peak concentrations were 800 ug/l in the Cell Houses [maximum allowable in the work environment is 50 ug/l], wastewaters and sediments contained up to 7500 and 2900 ug/l, respectively. Contamination of the walls, ceilings, and floors of the Cell Houses reached serious levels up to 122000 mg/kg, in some instances.

A remediation project has been implemented by MCI; the project involves total demolition of the two Cell Houses, and containment of the contaminated derbies and equipment in a restricted landfill site in a desert site, about 80 km far from the plant. The landfill contains an impermeable base and cover comprised of two layers of asphalt concrete and a layer of sulfur to act as a mercury immobilization barrier. The diaphragm cells as part of a comprehensive rehabilitation project at MCI replaced the hazardous mercury process. The decontamination project, though expensive, illustrates MCI commitment to conserve the environment and attain better working conditions for its employees.

- **Manufacturing of Organic Chemicals**

The Dyes and Chemical Company ISMADYES operates a manufacturing complex near the city of Kafr El-Dawar. The complex has two major plants - Italian and Polish- and produces wide range of dyes, auxiliaries and textile intermediates. ISMADYES imports compound of simple chemical constituents and subsequently convert them into more complex products, such as dyes and industrial chemicals. Dyes produced constitute mainly Azo dyes, Naphthol dyes, Acid dyes, Sulfur

dyes, and Aniline- black. Intermediates produced are Hydrocarbons or their derivatives containing Amino, Hydroxy, Nitro, Sulfo, Cynao, Thicken and Azo groups. ISMADYES is considered one of the major sources of industrial pollution in Alexandria as its emission of liquid and toxic effluents amounts to 5 million cubic meters annually. This large quantity of heavily polluted effluent is currently discharged to a drain and ultimately disposed of in Abu Kir Bay.

Options of Cleaner Technology

A practical approach to reduce pollution at reasonable investment encompasses segregation of the heavily polluted dyes processing effluent followed by lime treatment using high dosages (> 1000 mg/L). The pretreated effluent is then subjected to recarbonation using the lime stack gases to remove color constituents.

ISMADYE represents a classical example of a relatively old manufacturing facility in which the cost of retrofitting to minimize wastes may far exceed the cost of installing a new production technology. A rational waste minimization for the existing plant should, therefore, emphasizes good operating practices which involves procedural, administrative, or institutional measures that the company can use to minimize waste.

Good operating practices apply to the human aspect of manufacturing operations. They can be implemented with little cost and, therefore, have a high return on investment. These practices can be implemented in all areas, including production, maintenance operations, and in raw material and product storage. Good operating practices include (a): management options such as employee training, incentives and bonuses, and other programs that encourage employees to conscientiously strive to reduce waste, (b) material handling and inventory practices such as programs to reduce loss of input materials due to mishandling, expired shelf life of time-sensitive materials, and proper storage conditions, (c) loss prevention to minimize wastes by avoiding leaks from equipment and spills, and (d) waste segregation practices to reduce the volume of hazardous wastes by preventing the mixing of hazardous and nonhazardous wastes.

- **Leather Tanning**

The largest concern is El-Nasr Tannery in Alexandria. The sides received (local or imported) are either cured green salted or brined hides. Salting the hides for a

period of 10-30 days is necessary to reduce the moisture content by diffusion and osmosis and to stop biological deterioration of the keratin and hide constituents.

Tanhouse processes starts with bating in rotary drums using pancreatic enzyme and solution of ammonium salts. The process results in deliming the skin, reducing swelling, peptizing the fibers and removal of any protein degradation products.

Chrome tanning is common in most Egyptian tanneries. Sodium formate and chrome tan is added to the pickle solution and the process is performed in rotary drums. At the end of the tanning process, alkali solution is added slowly to increase the pH of the tan liquor for chrome fixation. The tanning process contributes substantially to the waste load and represents the major source of heavy metals in the tanning waste.

Cleaner Technology in the Tanning Industry

Field investigations of El-Nasr tanneries demonstrated the feasibility of several in-house waste minimization techniques including process changes, recovery and reuse procedures and in-process treatments that can mitigate pollution loading.

A "straight-through" hair - burn process, in which soaking, unhairing, bating, pickling and tanning is accomplished within a single processing unit, can replace the traditional hair-save methods of leather production. Besides eliminating numerous hide handling steps, this process change may result in 50% reduction in beamhouse-tanyard effluent volume.

One-bath chrome tanning is the process in which hydrated chromic sulfate complexes react with the biologically-occurring, fibrous protein substrate, collagen, to form leather. One widely used means of driving this chrome fixation - reaction to practical completion is the offering of an excess of chromatin (III) sulfate. In modern practice, as much as 150% of the chrome ultimately taken up by the hide may be offered. The excess chrome is discharged to plant sewers when tanning is complete. Following the discharge of these spent tanning liquors, relatively large volumes of wash waters are used to remove surface impurities and to extract unwanted salts and oils and greases from the tanned hides.

As much as 2 kg of chromium may be discharged in one cubic meter of waste from a single hide processor. Even though these tanyard discharges are the major

contributors of chromium to the total tannery effluent, as much as one- third of the chrome comes from non-tanyard activities.

The principal objective of spent chrome recovery is the concentration of chrome in relatively dilute process wastes to yield a sufficiently chrome-rich byproduct which can be recycled, while substantially reducing effluent levels. The most effective means of achieving this chromium separation/ concentration is by precipitation with alkali followed by sludge thickening and filtration.

One of the most important factors in the design of an efficient treatment system for chrome recovery is the correct choice of alkali for precipitation. While all available alkalis (soda ash, aqueous ammonia, hydrated lime and caustic soda) demonstrate chromium hydroxide precipitation capability, hydrated lime has been widely accepted for plant applications abroad.

Chromium hydroxide has a relatively low particle density and it is highly hydrated in an aqueous system. Thickening is impractical within the observed range of suspended solids concentrations without further chemical treatment. Only hydrated lime-chromium hydroxide precipitate responds favorably to the addition of coagulants and/or flocculants to yield large, dense, rapidly settling floc particles. The formation of calcium sulfate during the lime addition is believed to further improve floc density and settling. The lime-precipitated sludge can be readily filtered to yield a high-chromium filter cake suitable for land fill or subsequent acidification and reuse.

The hydrocyclonic separation of calcium sulfate from reacidified chrome is a major process innovation in the chrome recovery system. However, in light of the unspectacular removal efficiencies observed in plant applications, various operating parameters including flow, pressure and orifice diameter should be studied to "optimize" this separation. Also, this unit operation should be investigated as a tool for the treatment of suspended solids in other waste fractions.

Another CT option presently applied is the two stage "TAL" tanning process. The first stage uses liquor based on titanium, aluminum and magnesium, with no chromium. In the second stage, a chromium tan is used with 9% chromium instead of the normal 17%. This results in leather with chromium content of about 3% but with characteristics comparable to traditional leather. Residual chrome in the spent

liquor is reduced because less chrome is used initially and the percentage uptake is greater. The overall effect is to reduce the chromium content of the spent liquor from 1,200 to 350 ppm and the level in the final effluent to 10 ppm.

- **Tire and Inner Tube Manufacturing**

Tires are produced at the Transport and Engineering Company (TEC) by mixing chemicals and the imported rubber in closed mixers to form a paste, followed by tire molding and building up the tires with threads and wire. The tires are then cooked in curing pressure vessels and subjected to a finishing process, which include painting and grinding.

The solid waste generation within the tire and tire products industry is largely attributable to the packaging materials for carbon black, mineral segments, and other chemicals used in the process. Rubber waste occurs at virtually all stages of the process, with the exception of fabric coating.

Primary air emissions attributable to the tire and inner tube industry are those resulting from open burning, drying operations, and on-site utilities associated with the process. Suggested air emission control measures include: (a) bathhouses to control particulates generated in the compounding areas, (b) dry collection systems to control particulates generated in sidewall grinding areas, balancing machine, areas, and tire repair areas, (c) control facility for particulate and solvent emissions generated in painting areas, and (d) oil/water separator enclosures.

Cleaner Technology in the Tire Industry

A recent diagnostic environmental audit proposed several in-process control measures including: (a) installation of soapstone discharge control system, (b) spills and leakages control from drip pans, curbs, and collection sumps, (c) protective measures incorporated in the maintenance program to reduce pollution such as regular inspection of heat exchangers to prevent contamination of cooling water and (d) automatic feeding of Carbon black to the mixing machines.

Waste minimization should emphasize preventing access of hazardous residues to the wastewater network. For example, organic solvents should not be allowed to enter wastewaters Solvents should be recovered and reused whenever feasible. Any organic solvents that are in aqueous wastes should be stripped out to the

greatest extent possible before sending the wastewaters to the sewer system. Solvent recovery not only saves raw materials costs but also reduces waste-treatment costs. Organic solvents are such high strength wastes that it is generally considered good practice to install automatic devices for monitoring wastewaters streams for excess solvents that could arise from spills, leaks or other malfunctions. Alarms connected to the monitors can provide warning in sufficient time to intercept and prevent accidental spills. Adherence to rules of good practice throughout the TEC plant provides a close check on raw materials and products and reduces spills, inadvertent discharges and spoiled batches. Waste loads can be further reduced through continuous monitoring and elimination of wastes during weighing, and measuring of components, the addition of ingredients during the process, weighing and measuring during various stages of processing, and the determination of the finished yield.

- **Pulp and Paper Industry**

The pulp and paper industry in Egypt relies on agricultural residues as the source of raw material; rice straw and bagasse represent over 90% of the fibers used in pulping. These short fiber raw materials produce pulp similar in properties to hard wood pulp, and consequently there are limitations to the use of a higher proportion of local raw material pulp when producing fine varieties of paper.

From the environmental point of view, a major problem in the use of non-wood fibers, and in particular of rice straw, is the high silica content. The silica reduces the efficiency of the recycling and wastewater treatment systems; it also forms deposits in the evaporators and on boiler tubes. Since the efficient recovery of cooking chemicals is an important requisite for pollution control as well as for the economic running of a pulp mill, this silica problem has to be overcome.

The General Company for Paper Industry RAKTA, established in 1960, is probably the world's largest and leading rice straw pulp mill. Its production amounts to 45,000 tons of bleached rice straw pulp per year. National Paper Company Paper mill is located adjacent to RAKTA in the Tabia area; the plant utilizes mainly imported and reprocessed waste pulp in addition to the production of small amounts of rice straw pulp on site.

Utilizing agricultural residues such as rice straw has come up against several obstacles. Perhaps the most series is the primitive technology for pulping the

residues, when compared to the new and sophisticated developments in pulping wood.

Rice straw can be easily pulped, alkaline cooking being the most suitable method. No process had proved itself yet for the recovery of cooking chemicals from the black liquor coming out of the pulping process. The lack of a recycling pathway was a severe handicap. The black liquor, containing about one half by weight of the straw quantity and all of the cooking chemicals had to be continuously dumped, whereas had recovery of the chemicals from rice straw black liquor been possible, dissolved inorganic matter could have been recycled and pollution would have been considerably decreased.

Despite RAKTA concerted efforts, caustic recovery has been hampered due to: frequent problems in operating the recovery system owing to increased scaling rates in the evaporators, high viscosity of the black liquor; increased amount of sludge at the recausiticizing stage; and inferior quality of burned lime.

Options of Cleaner Technology in the Pulp and Paper Industry

Measures of CT in pulp and paper, and paper conversion industries involve wide range of technical options ranging from process modification to material recovery and recycling, and procedural changes to improve house keeping and material handling. Water conservation and reuse, a reduction in the loss of fillers and fibers and efficient recovery of chemicals from the spent cooking liquor are keys to a proper choice of in-plant measures. Reviewing the practices of the paper and pulp industry abroad, it becomes clear that the consumption of water / ton of paper produced has constantly been reduced with the passage of time. This has been made possible by the use of efficient methods of pulping, chemical recovery, and reuse of water.

The white water from the wire and couch pits is partially recycled in RAKTA for processes such as pulping and dilution of stocks. Secondly, saveall-clarified water is reused in some processes. However, for a well-controlled saveall operation, shower applications of clarified water appear very promising. The large volume of water required for vacuum-pump seals can also be similarly provided for after necessary pH adjustment. The use of saveall-clarified water for felt showers has always been debatable as the requirement of quality water for this application is sometimes not met with. Using high-pressure showers can result in a saving of as

much as 90% as compared to low- pressure showers. Cooling water should be collected and reused. Gland seals replaced by mechanical seals or fresh- water seals go a long way towards reducing leakages and contamination.

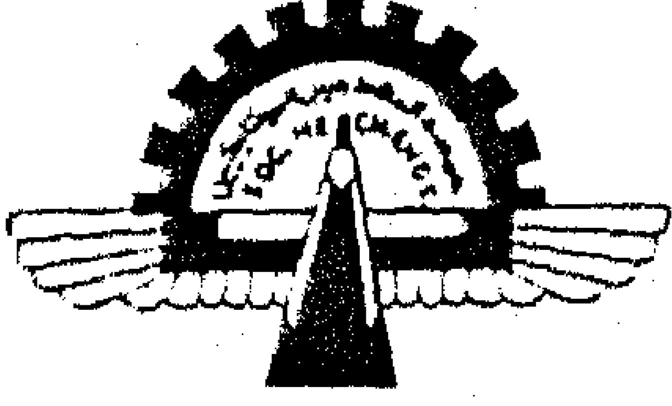
The key to water reuse and reduction in fiber loss is the use of efficient savealls. Drum-flotation and polydisk- type savealls may be used in the Egyptian paper mills. Inclined screen savealls are not recommended, as they do not remove suspended matter effectively. The clear liquid from these savealls cannot be reused in applications other than stock dilution, and may appear in the liquid effluent. Rotary or drum saveall are more effective than the ordinary screen type and the clear water from these savealls can be utilized in selected paper-machine showers and raw-material preparation. Flotation savealls are of two types-vacuum and pressure. The latter is more commonly used. Air bubbles attach to the fiber particles in the presence of coagulating and flocculating agents and rise to the surface along with the material to be separated. Pressures up to 4 atm have been used in pressure flotation savealls.

The principle of settling-tank savealls is the same as that of continuous thickener except that the raw water is first treated with coagulating agents such as alum and alkali at a pH of 6 or a little lower. Polydisk savealls contain a number of disks on a common horizontal shaft. Each disk consists of a number of ribbed sectors covered by a filter medium with water flowing via the filter medium to the sector with repeated switching on or off of the vacuum pump. Disk savealls are very stable in operation, requiring less space and maintenance. Flotation savealls used in RAKTA, on the other hand, occupies more space and uses higher doses of coagulating agents but have lower initial capital cost.

Repeated and extensive water reuse results in increased temperature and build-up of suspended solids that can lead to plugging and reduction in life of felt wires and shower nozzles. The dissolved solids accumulate odors, color, slim and foams and lead to corrosion and scaling of the process equipment and operational problems. Therefore, an investigation is underway to optimize the operating conditions of the saveall system at RAKTA paper mill.

The conventional chlorine-hypochlorite bleaching at RAKTA is causing concern, due to discharge of potentially carcinogenic residues. RAKTA is presently studying the economic feasibility of replacing the existing system with oxygen bleaching in order to reduce the quantities of reagents, and to reduce hazards to

the environment. The proposed oxygen bleaching will be carried out at 120˚C in a reactor of revolving plates for about 30 to 45 minutes. Pulp at 25% consistency will be introduced at the top of the reactor, falls down through plates and is withdrawn at the bottom. Pulp is then washed before introduction to chlorine bleaching. Wash water may be used for brown stock washing thus reducing the requirement for fresh water. RAKTA is planning to utilize the excess oxygen produced at the adjacent urea plant as a source for this new bleaching process; commissioning is expected in early 1992. An environmental monitoring study may be carried out as part of this project to assess the impacts of the new bleaching system on water consumption and pollution loads.



جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

2/3

فوائد التكنولوجيا النظيفة بيئياً والمنتجات الصديقة للبيئة

دكتورة / سامية جلال سعد

BENEFITS OF ENVIRONMENTAL CLEAN TECHNOLOGIES AND PRODUCTS

Samia Galal Saad, Ph.D.
Professor of Environmental Engineering
High Institute of Public Health
Alexandria University
&
Consultant to The Minister of Environment

INTRODUCTION

The declining availability of natural resources and the escalating demands on products as impacted by consumerism mandates both developing and developed countries as well to change their consumpsion patterns. Life cycle assessment of many products indicates that there are several interventions which can reduce raw material losses, both energy and water consumpsion/ unit of product, and released polluting vapours, liquid and hazardous wastes emissions to the indoor and outdoor environments.

Clean technologies are identified as those technologies, which produce a product that is environmental friendly during all its production cycle. The concept of cleaner technologies should not stop at the level of the manufactured product but should extend to the final distination of the used product. Designing products with the possibility of dismanteling features after their service expiry for possible recycling and reuse of parts is a new characteristic for environmental friendly products. The choice of raw materials with minimal environmental impacts during their extraction, processing, shipping and storage is an important dimension in the life cycle assessment of the product. The higher the percentage of recycled material in the starting raw materials the better the environmental preference for the product.

In Egypt as well as all over the world, processing technologies with water and energy conservation features are highly needed now to save in the production cost as well as achieve easily the compliance with the environmental laws. They also lead to minimizing the cost of end of pipe treatment units since the volume of wastewater to be treated will be minimal and at a higher concentration which can increase the efficiency of treatment.

Environmental friendly sources of energy with minimal emissions of SOx and NOx are to be preferred to those of higher concentrations of those gases and hydrocarbons due to the later toxic and carcinogenic effects. Renewable energy sources as solar and wind energies are the most environmental friendly and their use in processing increases the environmental friendliness of the product.

Some industrial sectors are usually medium to small scale industries as the case with food industry. Upgrading the controls in the processing line may seem to be an added cost of production yet the return on investment is usually very high since there will be a drastic reduction in valuable products that can be packed and sold to its last drop. Vivid examples are there in soft drinks bottling industry where massive reductions

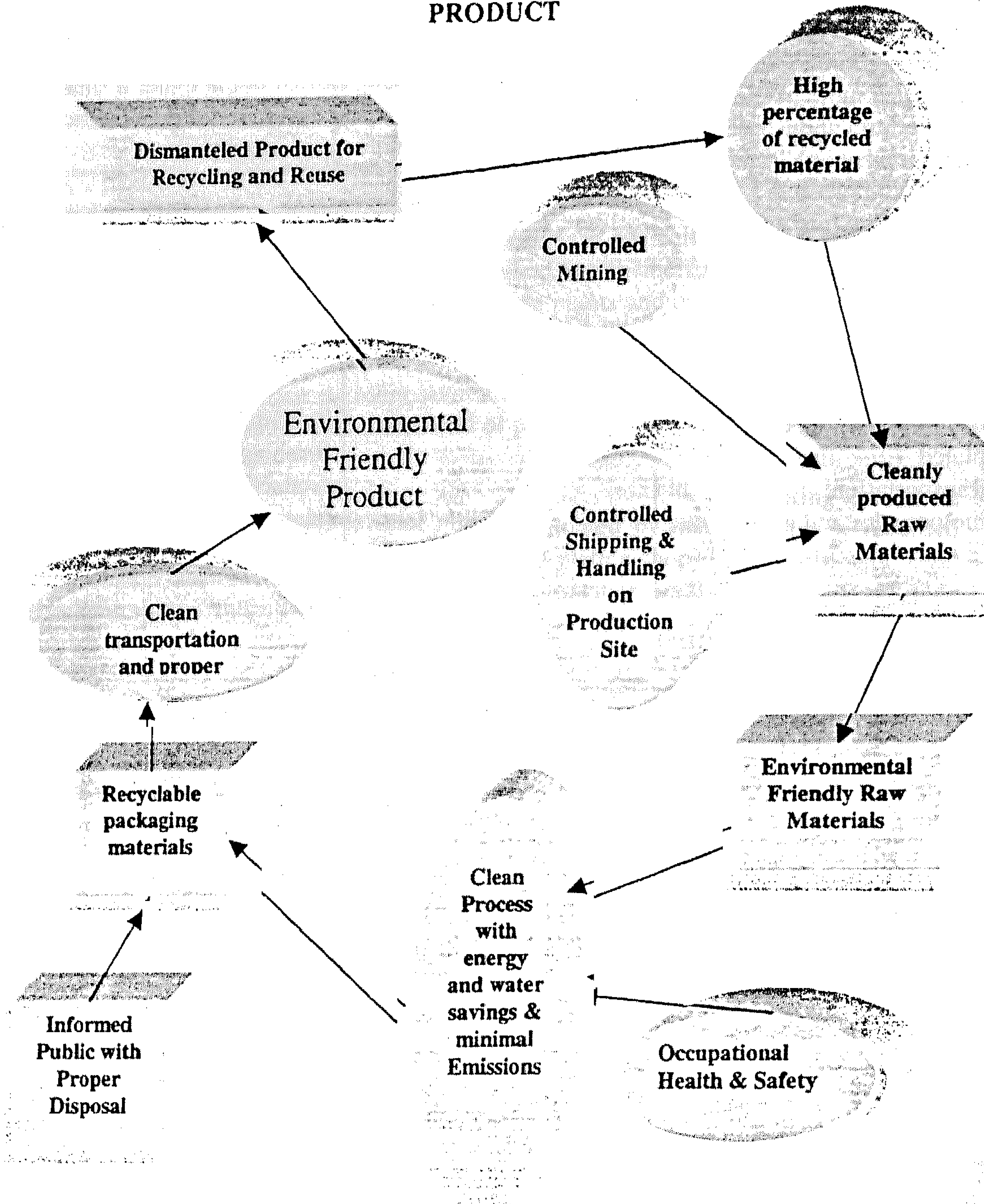
can be achieved by installing liquid interface sensors adjusted at the lowest liquid level in the syrup tank to eliminate the large volume usually left to prevent the damage of the syrup feeding pump to the bottles. The use of similar sensors can drastically increase the productivity of the packed edible liquids and prevent their discharge to the wastewater system with an increasing organic load to be treated and the encured cost of treatment.

Improving the performane of all types of heat, pressure, speed and feeding mechanisms is vital to reduce production losses and turning production with incrimental side products. This can be achieved by serious adoption of proactive maintenance which is the pivot to cleaner production and achieving the integrated environmental management schemes.

Choice of packaging materials to be the recyclable type or the reusable one as in case of the return bottle policy is essential and technologies dealing with the recycling and reuse are environmental friendly. It is also needed to develop the simple technologies used for several materials recycling in order to improve the quality of their product, improve their working environment and minimize their emissions to the ouside surrounding environment.

For the sake of this paper an electroplating plant is taken as a case study to show how cleaner technologies and production of an environmental friendly components can be approached.

FIGURE (1): LIFE CYCLE OF AN ENVIRONMENTAL FRIENDLY PRODUCT



PROFILE OF ELECTROPLATING INDUSTRY IN EGYPT

Electroplating industry is one of the highly polluting industrial activities, which cannot be avoided for its importance in protecting metal surfaces from corrosion as well as giving them attractive appearance highly liked by consumers. In developing countries most of the electroplating activities are usually carried out at either a small or medium industrial scale factories. In large-scale metal manufacturing industries they present one of the finishing processes for the manufactured metal parts.

The following table (1) gives a summary of the different industries where electroplating activities is taking places:

Table (1) Summery of The Major Electroplating Industrial Activities

INDUSTRIAL ACTIVITY	SCALE OF INDUSTRY	COMMENTS
Automobile parts decreasing number is now plated in light transportation cars, motorcycles and bicycles.	Large	It represents one of the finishing processes and the production line is relatively small. This is a decreasing activity as most parts are now manufactured of plastics.
Electronic printed circuits	Large Scale Plants producing assembled TV, Radios, Computers	Increasing industry to cope with the national and international demands.
Medical surgery tools, scissors, cutters, etc	Medium- scale plants	It is not expected for this industry to shrink, as metal surfaces should be smooth to avoid bacterial contamination.
Printing cylinders for textiles, plastic films and paper.	The preparation shop is small-scale activity in large-scale textile, and paper printing large plants.	Changes are taking place now towards cleaner production techniques where minimal electroplating waste is generated.
Table and kitchen ware	Medium-scale plants and part of large-scale metal manufacturing plants.	An increasing number of plants to meet the demands of increasing population.
Oriental hand-made ornaments for tourists	Small-scale workshops	This activity is facing a slowly increasing status which grows with the growth of tourism in Egypt.
Precious metal Jewelry manufacturing industry	Small and very small-scale industry where precious metals are disposed.	Limited recovery activities one or two jewelry smith to recover gold, silver and platinum utilizes using Electro-stripping

		technique.
Household appliances part as grids, knobs, frames pulling hands, etc.	Processing line in medium scale plants	This line of production is phasing out as most metal parts are covered with plastic metallic coatings or varnishes and/or Teflon coats in heat exposed parts.

Small and medium scale production scales makes it difficult for most plants to cope with the environmental law requirements mandated by the Egyptian legislation. The economy of scale is not in favor of small-scale plants and they have to join forces to work out a plan that can help them solve their waste disposal problem collectively.

Medium scale plants have to adopt source reduction as well as cleaner production methodologies in order to reduce their end of pipe treatment cost as well as ease their final disposal problems.

The magnitude of the environmental problem initiated by metal plating cannot be accurately estimated as most of those small-scale plating shops may not be recorded or officially licensed and currently located in squatter areas to avoid any legal liabilities specially paying social security for their workers.

A policy for handling the environmental problems emanating from the sporadic locations of all the identified sources of plating wastes has to be developed in order to minimize all the serious pollution problems stemming from this industry.

As a general policy it is now recommended for all industries to replace those electroplated metal parts where-ever there is a replacement product for them. Plastic moulds where the metallic look inducing particles are molded in the polymer matrix are becoming more and more accepted in assembly lines of different products.

This paper is giving a case study for changing a medium sized private sector plant into an environmental friendly plant. Based on the experience gained while trying to solve the plant problem, a vision was gained to be adopted by the policy makers handling the environmental problems stemming from this industrial activity.

The plant was ready to spend the budget needed for the end of pipe treatment yet the plant management was facing all types of problems concerning getting the permits for final disposal of their treated effluent. The study indicates the problems most of the similar plants located amid of agriculture or residential areas can face. The plant did not have accessibility to a sewer system to receive its final liquid waste as the whole area was not served by the facility. The owner has to find out a suitable way of final disposal for the generated wastewater at the site. The plant has to discharge its final effluent to an agriculture drain after meeting the requirements set by the ministry of irrigation and water resources. This permit could be achieved if the treatment unit design will guarantee the standard criteria set by the ministry specially with respect to the cyanides, and the total concentration of heavy metals. The criteria could be met but the problem lies in the inaccessibility of the drain as the discharge line has to pass

by agriculture land owned by several farmers who did not allow the digging of the trench where the pipe line will pass through to reach the drain.

The plant owner did own an extra agriculture land about 50 feddans, which he used it to grow cash crops, vegetables to sell it at cost price for his labor to help their living.

BACK GROUND INFORMATION OF THE PLANT:

The company where this study was conducted is a medium scale and privately owned plant where about 1000 workers are involved in the different integrated activities of the plant. Household gas ovens, manually operated washing machines, computer tables and tables for engineering drawing are manufactured at the plant.

The plant comprises a section for copper and aluminum foundry where the different metal parts of their products are molded. The plant also comprise a section for nickel electroplating as well as a grinding ball mill for milling and mixing of the enamel layer components needed to enamel the metal surfaces of the different product parts. There is a degreasing line by acid and alkaline treatment followed by water rinsing to remove all metal scales ahead of their enameling to insure highly adherent enamel or plated metal layer to the metal surfaces. In addition the plant comprise a sector for metal parts smoothening, a metal injection molding machine and a hammer smith shop.

Some manufactured accessories for all products are nickel, copper or chromium plated. Water consumption in the plating line is about 15 CM/day, degreasing and washing steps ahead of the plating consume about 13 CM/ day. Domestic uses are about 4 CM/day. The total wastewater generated from all activities in the plant is about 32 CM/day.

PROPOSED ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM:

As a first step to achieving an integrated environmental management system to tackle the problem of the plant an environmental audit was conducted where all sources of pollution were identified and discussed with the owner to get his commitment to the adoption of the proposed actions to reduce all sources. In order to identify the magnitude of the different pollution sources measurements of air, liquid, noise as well as heat stress were all made to identify the extent of their non compliance with the law requirements. Occupational health and safety criteria were also considered as one of the important areas standardized by the Egyptian environmental law. Suggestions were made to reduce all sources of pollution specially air and liquid emissions.

Options of reducing water consumption, spillage of plating chemicals by better storage, handling of plated objects, and increasing the efficiency of rinsing the plated objects were all discussed with the plant management to reduce the volume of wastewater generated and to make it possible for the use of treated effluent in irrigated the agriculture land owned by the plant owner. This proposal was made to solve the problem of the final disposal in away that help the plant management from being controlled by others while complying with the Egyptian legislation. Segregation of the waste generated from the plating process was made to be treated before mixing with other effluents.

As an environmental law requirement the plant has to keep an environmental register where self monitoring data have to be recorded and periodically checked by the Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) with respect to the company's compliance with the law. This procedure will insure the company's good performance with respect to all the environmental requirements of the liquid effluents, air emissions, solid waste management, and occupational hygiene.

According to the audit results certain technologies were upgraded and relocated in another plant owned by the same owner to remove the occupational hazards emanating from the current used technology as well as reduce the pollution load at the site.

Training programs for the management as well as the working staff were conducted in order to improve the workers awareness with the importance of complying with environmental laws to secure their health and productivity to earn more money, which is the most important item in their agendas. Pollution was linked to economics of the plant production and how it reflects on their income.

As a result of the audit different sources of emissions were identified. The different characteristics of all emissions in the gaseous, liquid and solid phases were checked and a schedule of monitoring was set to record the various pollutant concentrations. The recorded values were reported in the monitoring section of the environmental register.

Stemming from this case study among others similar in nature but variable in the quantity of the generated wastes, it was decided that the following schemes should be adopted to handle the current practiced problems of metal plating industry.

Table (2): Proposed Interventions For Environmental Friendly Plating Industrial Plant:

Production Phase	Current Status	Proposed Interventions
Raw Materials Choices	Unmannaged processing and handling for Raw Metal and enameling materials.	Packed raw material in large volume bales and tacking them over wooden crates to prevent spillage. Weighing & properly dosing ingredients for metal enamling
Metal smelting	Open hearth smelter with high energy loss and polluting emissions	Controlled smelting with temperature controllers, burning fuel controls, gass scrubbers and energy reclamation.
Metal moulding	Manual with losses in moulding material	Recovery of materials and proper handling
Metal object smoothening	Scattered scrabs	Better collection and reprocessing

Surface preparation through pickling	**Uncontrolled acid and alkali pickling**	**Minimized carry over, collection of dripping, changing hanging position of articles, changing from dipping to pressurized spraying.**
Metal plating	**Carry over from plating basin to rinsing**	**Increase dripping of anodizing and metal plated objects.**
Handling and product packaging	**Objects banging creating fishers in the plated surface and high noise levels**	**Mechanical hanging and wrapping in polyethylene film with recyle logo on it.**
Disposal of Metal plating liquids	**Toxic cynide and heavy metal sollution discharge to final plant effluent**	**Recovery of plating metals by electrostripping for further dissolution.**
Domestic waste generation	**Discharged with no treatment**	**Anerobically treated and used for agriculture land sub-soil irrigation.**
Boiler operation	**Scale formation mandating excessive use of scale removing chemicals highly acidic and toxic.**	**Proper treatment of boiler feed water by cation and anion exchange prolonged the service life of the expensive exchanger and eliminated the frequent need for scale removal.**

Proposed Scenarios for the Environmental Management of Plating Industrial Activities:

While all industrial plating facilities can become environmental friendly by changing their environmental performance according to the above mensioned steps still there are general trends to reduce the impacts of the toxic effects emanating from the industrial activity in general through adopting the one or more of the following senarios. The proposed senarios are given as alternatives for dealing with the inevitable part of the final liquid wastes.

Scenario (1):

Industries which have the electroplating process as supportive side activity for some parts of their products should consider other alternatives leading to complete replacement of the Electro-plated metal parts with plastic metallic finish molded parts where the golden, copper, or silver shine is imbedded in the plastic matrix. This scenario is highly adopted specially when household, automobile and light transportation vehicles manufacturing lines are imported with their up to date modifications as required by the Egyptian industrial standards.

Scenario (2):

When electroplating activities are part of the general production lines in the medium and large-scale plants, the effluents of the metal pickling and washing processes preparing the metal parts surface for plating should be stored and discharged in proportions that insure the neutrality of the final effluent. Also the neutralized pickling waste should be discharged in proportions to the final plant effluent to insure keeping the dissolved solids concentrations in the final effluent less than 2000 mg/l as the limit set by the water resources law.

The plating bath wastes as they are dumped at longer time intervals (4-6 months) should be segregated from the general liquid wastes of the plant and stored in tanks or well identified containers not to be used for any other purpose inside or outside the plant. As well if those containers are damaged they should not be sold for any public use but completely damaged and discarded as hazardous material. The effluents can be collected by a private sector dealer who is paid to collect, transport and treat the effluents in toxic waste facility owned by him or by other contractors.

Scenario (3):

The nearly located plants where electroplating activities are taking place using, copper, chromium, cadmium, and nickel have to consolidate their efforts to handle their end of pipe wastes to be treated. All heavy metals present in the liquid collected effluents can be extracted by Electro-stripping technique or adoption of any similar technology to recover the maximum amount of plating metals and minimize their contamination to surface or ground water resources.

A private sector contractor will be licensed after examining his transportation for collected waste facilities and his capability for treatment technology. He will be required to conduct a full-fledged Environmental Impact Assessment for the site and technology adopted to handle and manage the hazardous liquid waste collected. Since all factories will have to show their contract with a contractor approved by the EEAA, the licensed private sector contractor will insure the sustainability of his business.

Scenario (4):

Small-scale industries have to contract one of the dealers handling plating wastes for a fee. Their environmental register has to show the contract for serious commitment. In order for all small shops to achieve that, the contractor is obliged to advertise his activity in news papers to inform the workshops owners about how to contact him. The contractor should have a clearly kept record for the amounts he receives from the different manufacturers. This will insure the prevention of hazardous effluents spills or illegal discharge to reduce cost of disposal.

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF ADOPTING THE DIFFERENT SCENARIOS:

The four mentioned above scenarios mandates the clear understanding of the mandates for environmental friendly products highly needed in local and international markets. The management should realize the extent of hazards emanating from the

electroplating process on the workers, internal and external environment receiving the process waste. Awareness programs in Television and Radio broadcasting is prepared by experts to inform the owners and the workers about the hazards with special emphasis on the economic loss they can encounter in case of continuing their current polluting practices specially with the keen adoption of the law. The ministry of Environment will close the facility after giving a one-month notice for the facility to comply with the law. The media is also stressing the cases where closure is practiced by the ministry in order to inform the community about the seriousness of implementing the law.

The second major problem was the identification of the small workshops located amid urban slums and rural areas without any license. It is suggested to control the selling of plating chemicals by chemical supply stores or companies according to a document showing the registration number of the buyer with the administrative authority in his locality. Since all governorates now have the computerized information system, this will help the identification of the magnitude of the plating industry and the volumes of wastes to be handled.

The third controlling factor was the availability of funds for the contractors to be motivated to work in this new area to the investors specially now where the volume of waste to be treated is not well secured. In order to come over this problem the social fund which is a grand project supported by the World Bank among other donors is now motivating science graduate youth to start this activity. The project before funding has to conduct an environmental impact study for the site where the collection, treatment, and metal recovery facilities will be located. Negotiation between the social fund and local authorities has to be conducted to help the contracting youth to start his business properly and in an environmental friendly way. The social fund project will give a loan to help the youth to start this contracting business. The project will also conduct a feasibility study to insure the return of the loan and the sustainability of the business.

All governorates have to designate at least one site for hazardous waste final disposal. This step is a block in the process of hazardous waste management. Most of the governorates in the Delta Region do not have any available land for solid waste sanitary land filling or hazardous waste disposal. Collaborative efforts are currently worked out between governors to come up with those accepted sites in remote desert areas. Those proposed sites would pass by an environmental impact assessment for selecting those most accessible ones by most governorates.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS:

- More research is needed to insure the compatibility of recycled portions of several raw materials without any sacrifice in the product final qualities. Reducing the environmental impacts during the life cycle assessment of the new products is vital specially those impacting human health and well being.

- Industrial standards of different products has to be changed in order to integrate the environmental dimension and insure the production of environmental friendly products for the consumer to chose from.

- Engineers during their qualifying university education should acquire skills of cleaner production choices and performance with stress on pro-active maintenance as a key for achieving environmental friendly products. This will insure the future decision makers with the full understanding of the economic benefits of environmental friendly production.

- Electroplating industry as a case is an inevitable polluting industry, which should be managed properly in order to minimize its negative environmental impacts impacting human, animal and plants leading to higher concentrations of heavy metals in their living tissues.

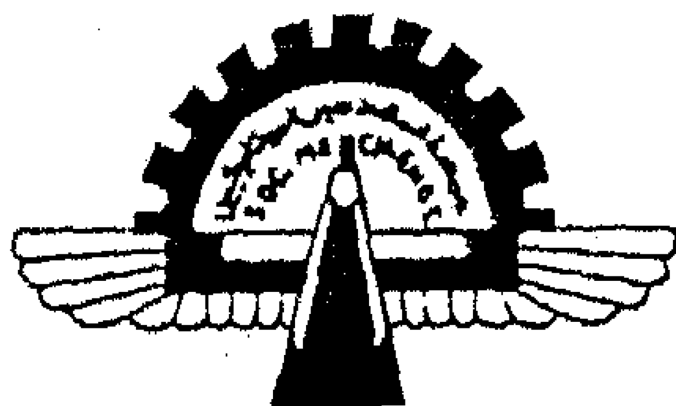
- Plating industry has to investigate all sources of pollution emanating during the product cycle even after consumer disposal. This will mandate the education of the producers and users about the economic benefits of environmental friendly products.

- Egypt is trying to quantify the magnitude of the industry in order to assess the needed facilities to take care of their highly hazardous wastes and help the industry become environmental friendly. A special hazardous waste site has to be prepared to allow the private sector contractors dispose the damaged containers and any generated sludge from the process of metal recovery.

- All governorates has to identify a contractor for handling such segregated wastes and to insure all industrial facilities to contract him for proper toxic waste handling. The Social Fund project is intervening to motivate young educated science people to be contracted by giving them loans and conducting economic feasibility studies and market research to ensure the sustainability of their projects. This is done in order to motivate private sector contractors to collect and properly handle such a toxic and hazardous waste currently disposed without any control.

REFERENCES:

he unpublished information collected from several reports prepared for the Egyptian Environmental Affairs Agency EEAA during 1992- 1999.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى الحفاظ على البيئة

3/3

الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

أستاذ دكتور / حامد ابراهيم الموصلى

الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

The renewable material resources as environment-friendly engineering materials

بحث مقدم للمؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الألفية الثالثة

٢٨ - ٣١ مارس، ٢٠٠١

أ.د. حامد إبراهيم الموصلي

استاذ بقسم التصميم وهندسة الانتاج

ومدير مركز تنمية الصناعات الصغيرة

كلية الهندسة - جامعة عين شمس

cdsilt@idsc.gov.eg

١. مقدمة

لاشك أن أمثالى ممن تلقوا تعليمهم الهندسى فى نهاية الخمسينات وأوائل الستينات من القرن الماضى يشعرون أن "الدنيا" من حولهم قد تغيرت وأن العالم الذى ألفوه فى بداية حياتهم كمهندسين ليس العالم الذى يعيشون فيه الآن . وأنا أقصد عالم الافكار والمفاهيم والقيم التى تحكم النشاط الهندسى. لقد تربينا على أن الانتاج بالجملة Mass production هو النموذج الواجب الاحتذاء وأن زيادة معدلات استهلاك الصلب مؤشر رئيسى للتقدم وأن استخدام المواد المصنعة Synthetics قرين للمعاصرة، وها نحن الآن نرى من يتحدث عن الانتاج بالجملة بإعتباره مشهدا Episoide تاريخيا غير قابل للاستمرار، بل ونستشعر النظرة التهكمية التى ينظر اليها بعض الباحثين الى هذا النموذج والذى يرونه: إنتاجا بالجملة فإستهلاكا بالجملة فمخلفات بالجملة أيضا [1]، : أى كماسورة مفتوحة Product life pipe ويقترحون كبديل له نموذجا للانتاج بدون مخلفات Waste free production يتم كدورة مغلقة Product life cycle كما نرى باحثين آخرين يتكلمون عن "الطبيعة" كمصدر للمواد والمنتجات تجعل الانشطة الاقتصادية متناغمة مع الدورات الطبيعية [39] .

إننا نرى الآن تحولا صريحا فى إتجاه الابداع التكنولوجى Technological innovation من الاتجاه الى رفع انتاجية العمالة الى رفع كفاءة استخدام الموارد مما يعرف بالكفاءة الايكولوجية Ecoefficiency أو خفض استخدام المواد Dematerialization حيث تم التأكيد فى مؤتمر Rio + 5 الذى انعقد فى نيويورك فى يونيو ١٩٩٧ على أهمية رفع انتاجية استخدام الموارد ٤ مرات خلال العقدين القادمين و ١٠ مرات على المدى البعيد وذلك من خلال التطوير الجذرى لانماط الاستهلاك والانتاج: أى أن محتوى التقدم التقنى Technical progress قد إتسع ليشمل بالاضافة الى عالم الانتاج: عالم الاستهلاك [11]، فالمطلوب هو ابداع تكنولوجيات ومنتجات وانماط استهلاك صديقة للبيئة More environmentally friendly technologies, products and consumption patterns فيما يسمونه البعض تخضير نسق الابداع نفسه The greening of the innovation system. بل

إن القناعة تتزايد بأنه إن كان الانتاج والاستهلاك وجهان لعملة واحدة، فلقد حان الوقت لاعطاء اهتمام اكبر بالوجه الآخر للعملة: أى الاستهلاك، وهناك حاليا حملات تدعو الى تمكين المستهلك Consumer empowerment وأخرى تحمل شعارات: "خفف الوطأ" Step lightly [28]، والاستهلاك الاخلاقى Ethical consumerism تدعو المستهلكين الى مراجعة كافة افعالهم وللتأكد من انها لا تضيد بمن حولهم ولا بالاجيال المقبلة [6] . وهناك من يراهن فى مواجهة قوى العولمة على سلطة المستهلكين Consumer power وعلى حشدهم السياسى Mobilising consumer politics كجماعات أهلية وكقوى سياسية لشغل الفراغ التنظيمى الذى نشأ عن ضعف الأليات التى تمارسها الدولة فى ظل العولمة [6] .

٢. الموارد المادية المتجددة: تعريف وتصنيف

"الموارد المادية المتجددة هى تلك الموارد ذات الأصل البيولوجى والتى تمثل مكونات لأحد صور الحياة المادية: نباتية أو حيوانية"، ووصف هذه الموارد بأنها متجددة يتعلق بإمكانية نموها كمكون لكائن حى يعيد انتاج نفسه عبر دورات طبيعية Eosystem cycles قصيرة نسبيا وصفة التجدد إذا مرتبطة بإمكانية تجدد هذه الموارد عبر دورات يمكن قياسها على مقياس الزمن الانساني: لذا فعلى الرغم من أن الفحم والبترول من أصل نباتى إلا أنهما لا يمكن اعتبارهما موارد متجددة لأنهما لا تتجددان إلا بعد حقب جيولوجية طويلة .

ومن المهم التفرقة بين التجدد كإمكانية Potentiality والتجدد الفعلى: والذى يستلزم التحكم فى تأثير الانسان على الموارد (معدل استهلاكها) وعلى البيئة التى تنمو فيها (مستوى التلوث ومجمل الظروف العضوية والمناخية والجيولوجية التى يتطلبها التجدد كعملية بيولوجية) بحيث تتوافر الظروف الفعلية المواتية للتجدد، كذلك من الضرورى التمييز بين معدلات التجدد المختلفة وفقا للنوع او الفصيلة التى ينتمى اليها المورد.

ويوضح شكل (١) تصنيفا مبسطا للموارد المادية المتجددة، ويبين هذا التصنيف التنوع الواسع للموارد المادية المتجددة على مستوى العالم مما يشير بالتالى الى تنوع الظروف الايكولوجية التى تنمو فى إطارها هذه الموارد. ويمكن أن يمثل هذا التصنيف بداية لوضع تصور هرمى لمعدلات تجدد هذه الموارد وامكانية توافرها فى مناطق العالم المختلفة، وكذلك لتخطيط المجالات المختلفة لإستخدامها .

ومما يلفت النظر فى شكل (١) التنوع الكبير للمنتجات الثانوية لهذه الموارد حيث أدت النظرة الاقتصادية السوقية قصيرة النظر الى تركيز الانتباه على المنتجات الاساسية لهذه الموارد نتج عنه إهمال البحث عن مجالات مفيدة لاستخدام المنتجات الثانوية لها والتى تحولت فى كثير من الاحيان الى عبئ على البيئة. **وسوف يقتصر الحديث فيما بعد على الموارد المادية المتجددة ذات الأصل النباتى والتى يمكن تسميتها بالخامات اللجنو سلليلوزية.**

٣. ميزات الموارد المادية المتجددة

لماذا زاد الاهتمام العالمى بالموارد المادية المتجددة خلال السنوات الاخيرة؟ ففى العام الماضى قدم تقرير للاتحاد الأوربى فى اطار سلسلة التصميم للتنمية المستديمة[12]، موضوعه: تقديم رؤية جديدة للموارد المادية

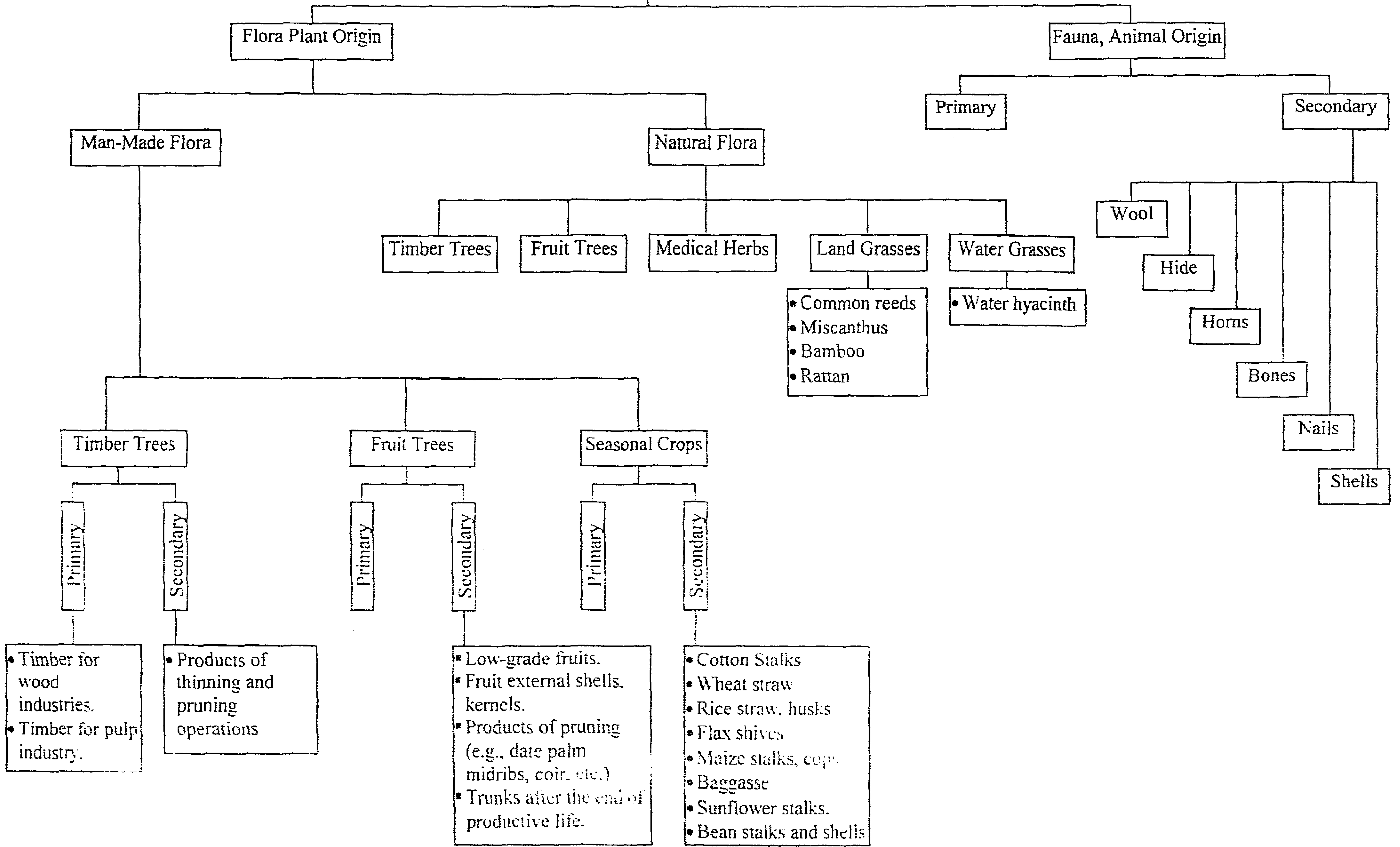
المتجددة كخامات صناعية للأغراض الانتاجية المختلفة وذلك بهدف تخفيف الاعتماد على الموارد الاحفورية المصنعة Less reliance on fossil-based and synthetic resources ولتحقيق اعتبار استراتيجى يرتبط بالتسليم بأن استخدام المواد المصنعة من البترول يسهم فى ظاهرة الدفء العالمى Global warming وكذلك تلوث الهواء والارض والماء [12].

وفى يناير من العام الحالى طرح موضوع استخدام الموارد المادية على الوجه التالى: تحققت سيادة الولايات المتحدة الامريكية على العالم خلال القرن العشرين وهو الذى يمكن تسميته "بعصر الهيدروكاربونات" "The Age of Hydrocarbons" والذى تمثل فى الاعتماد على البترول والغاز الطبيعى ليس فقط فى الطاقة بل كمصدر اساسى Base stock لصناعة الكيماويات والبلاستيك ، الخ، فإذا كانت هناك شواهد كثيرة على ضآلة الرصيد المتبقى من هذه الموارد (مثل ارتفاع أسعار الجازولين وزيوت التدفئة والكهرباء) وأن ليس لدى الولايات المتحدة أرصدة كافية من البتزول فمن المنتظر أن تحل موارد جديدة محل البترول ، وما هو البديل الأفضل؟ إنها الكربوهيدرات، لذا تقتضى تلك المرحلة أن تقود الولايات المتحدة الامريكية عملية التحول من استخدام "الهيدروكاربونات" الى "الكربوهيدرات" أى الموارد المادية المتجددة حتى تضمن استمرار سيادتها عالميا فى القرن الواحد والعشرين خاصة وأن هذه الموارد تتوافر بكميات هائلة فى الولايات المتحدة الامريكية قدرت بحوالى ٩٢٣ مليون طن (وزن جاف) سنويا[35] .

دعونا الأن نقترب أكثر من الموارد المادية المتجددة ذات الأصل النباتى ونضع لها تعريفا بسيطا للغاية: فهى "تلك الموارد التى يجرى انتاجها باستخدام التكنولوجيا الشمسية[19] ، (تكنولوجيا التمثيل الضوئى Photosynthesis) حيث يجرى تحويل الطاقة الشمسية الى خلايا جديدة وبنى ومواد متنوعة". من منطلق هذا التعريف يعنى التوجه المتزايد عالميا لاستخدام الموارد المادية المتجددة المزيد من الاعتماد على الشمس (أو الطاقة الشمسية، وهى إحدى أهم صور الطاقات المتجددة) للوفاء باحتياجاتنا الصناعية المختلفة. **لماذا إذا هذا التحول فى الاهتمام بـ – وإعادة اكتشاف – الموارد المادية المتجددة كخامات صناعية؟ فيما يلى عرض للميزات التى يمكن أن تتحقق من الاستخدام المستديم Sustainable للموارد المادية المتجددة.**

٣–١ الموارد المادية المتجددة غير قابلة للنفاذ

فهناك امكانية لاستخدام هذه الموارد بلا نهاية اذا ظل معدل استهلاكها فى الحدود المقبولة إيكولوجيا وإذا توفرت الشروط اللازمة لتجددها من حيث: التربة الخصبة والمناخ الملائم ، معنى ذلك أن الاستخدام المستديم للموارد المادية المتجددة يتمشى مع مفهوم التنمية المستديمة Sustainable development والذى يعنى: "التنمية التى تلبى احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة أجيال المستقبل على تلبية احتياجاتها" [24] ، وهذا أحد أهم أسباب الاهتمام العالمى المتزايد بهذه الموارد فى الأونة الاخيرة، وفى المقابل فإن أرصدة الموارد المادية غير المتجددة تتأثر سلبا بالاستخراج: فهناك حاليا ٤٠ موردا تعدينيا فى طريقهم للنفاذ مثل النحاس والرصاص والزنك والذهب والزئبق والقصدير والفضة [42].



شكل (١) : تصنيف أولى مقترح للموارد المادية المتجددة، [16]

٣-٢ الموارد المادية المتجددة تؤدى وظائف ايكولوجية قبل استخدامها انتاجيا

هذه الوظائف تشمل امتصاص ثانى اوكسيد الكربون وزيادة نسبة الاوكسوجين والمحافظة على التربة والمساهمة فى الدورة المائية Hydrological cycle وتوفير الموئل لصور كثيرة للتنوع البيولوجى: النباتى والحيوانى ، بالاضافة الى الظل والجمال والمتعة البصرية والروحية ويسميها بعض الباحثين الخدمات الايكولوجية Ecological services التى يتعين تقدير قيمتها الرأسمالية The capital value of the ecological services provided by renewable resources as long as they are preserved in a viable state [7]. ومن هنا يمكن وضع قاعدة للاستخدام الكفء لهذه الموارد وهو "ذلك الاستخدام الذى يأخذ فى الاعتبار قيمة الخدمات التى تؤديها هذه الموارد للمجتمع باعتبارها شطرا من رأس المال الطبيعى Natural capital الذى يحوزه ذلك المجتمع"، ولعل نموذج التقليم: استخدام نواتج تقليم الاشجار كخامات صناعية من أفضل النماذج من وجهة نظر الحفاظ على الوظائف الايكولوجية لهذه الموارد. وفى المقابل لا تؤدى الموارد غير المتجددة (المنجم أو حقل البترول) أى وظائف ايكولوجية ملموسة قبل استخراجها .

٣-٣ الموارد المادية المتجددة فى متناول الناس

فالموارد المادية المتجددة ليست مركزة فى مناطق معينة بل هى واسعة الانتشار نظرا لإمكانية نموها فى ظروف مناخية وجيولوجية متنوعة، وهذا يجعل لكل مجتمع محلى نصيبيا ما منها: بعيدا عن تدخل الدولة أو احتكار الشركات متعددة الجنسية، لهذا تمثل الموارد المادية المتجددة ركيزة هامة للتنمية الذاتية للمجتمع المحلى باعتباره نسقا اجتماعيا حضاريا بيئيا متميزا، ويمكن ان يسهم هذا النموذج من التنمية فى وصل المعارف التقنية التقليدية عن هذه الموارد بالمعارف العلمية والتكنولوجية الحديثة مما قد يؤدى الى ابداع نماذج للاستهلاك والانتاج متناغمة مع البيئة.

٣-٤ الموارد المادية المتجددة أكثر تناغما مع الدورات الايكولوجية

فمن منظور دورة الحياة Life cycle perspective تعتبر الموارد المادية المتجددة اكثر تناغما مع الدورات الايكولوجية مقارنة بالموارد غير المتجددة وذلك عبر المراحل المتتالية لدورة حياتها:-

٣-٤-١ خلال مرحلة الحصول عليها

فالموارد المادية المتجددة موجودة على سطح الأرض، ويمكن الحصول عليها عادة دون أثارا مدمرة للبيئة، أما الموارد غير المتجددة فيتم استخراجها بحفر المناجم والآبار وهى انشطة تتسبب فى تلوث البيئة وتدهور الانساق الايكلوجية [26] .

٣-٤-٢ الطاقة المطلوبة للتصنيع

يحتاج انتاج المواد المصنعة من الموارد المتجددة الى طاقة تقل كثيرا عن نظيرتها من المـــوارد غير المتجددة كالبلاستيك ، فاذا احتكمنا الى معيار متطلبات الطاقة الصافية اللازمة للتصنيع Net energy requirements (NER) يحتاج الخشب المنشور الى ٣,١ GJ/ton والحبيبي ١١,٨ والابلاكـــاش ١٦,٠ والصلب ٢٣,٤ والبولي سيترين ٣٨,٢ والالومنيوم ١٩٨,٤ [26] .

٣-٤-٣ مرحلة ما بعد الاستخدام

تتميز الموارد المادية المتجددة بأنها قابلة للتحلل Biodegradable على العكس من الموارد غير المتجددة كالمعادن أو المواد المصنعة من هذه المواد كالبلاستيك المصنع من البترول: هذه المواد يتعين إن لم يتم اعادة استخدامها – التخلص منها: إما بالحرق مما ينتج عنه مخاطر بيئية كثيرة (الديوكسين مثلا) أو بالدفن فى مقالب Land fills مما يعد اسلوبا لا يتمشى مع التنمية المستديمة، أما المـــوارد المتجـددة فبالاضافة الى اعادة استخدامها يمكن بعد نهاية دورة حياتها استخدامها فى تسميد التربة Composting أو فى أسوء الظروف استخدامها كوقود مما حدا بالبعض الى تسميتها CO_2-neutral resources .

٤ . منهجية اختيار واستخدام الموارد المادية المتجددة

إنطلاقا من مفهوم التنمية المستديمة Sustainable development هناك حاجة لبلورة منهج رشـيد لادارة استخدام هذه الموارد. ويتعين تأسيس هذا المنهج على الخصائص الممـــيزة لـــهذه المـــوارد وخصـــائص السـياق الاجتماعى الحضارى الذى يجرى فيه انتاج وتداول واستخدام هذه الموارد وكذلك الرؤية التى تنطلق مـــن مفـــهوم التنمية المستديمة ، **وفيما يلى عناصر مقترحة لمنهجية اختيار** واستخدام الموارد المادية المتجددة .

٤-١ ضع تصنيفا هرميا لهذه الموارد وفقا لخصائصها البنيوية [31] ، فهناك على سبيل المثال :

- غابات المناطق الاستوائية .
- غابات المناطق المعتدلة.
- الغابات المزروعة ذات الدورات القصيرة Short-rotation trees مثل الكافور والحور .
- الغاب والخيزران
- المحاصيل الزراعية.

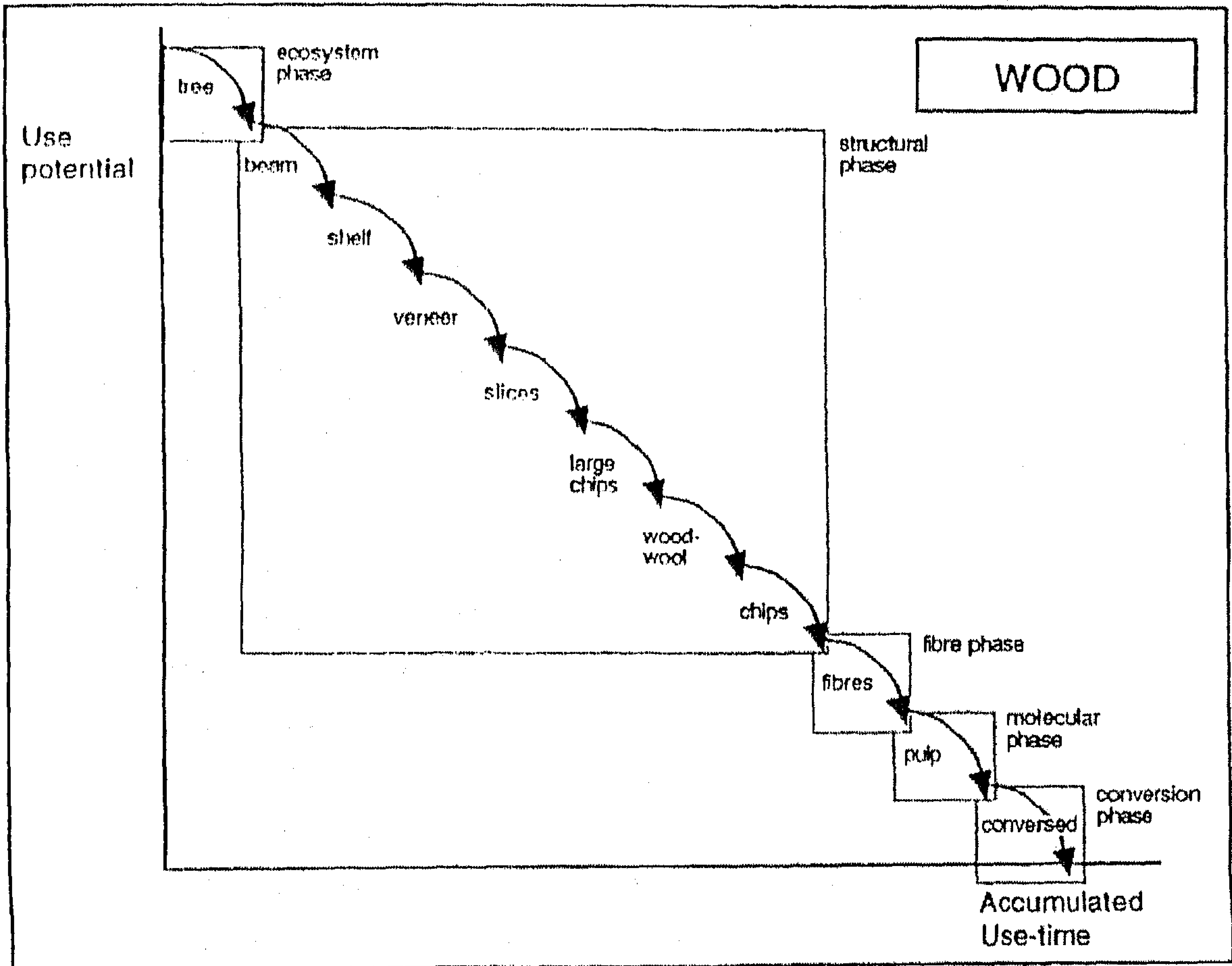
ويتعين بالطبع القيام بهذا التصنيف فى المناطق المختلفة من العالم كل على حدة وذلك وفقـــا لمـــا تتميز به كل منطقة من ناحية المناخ والتربة والخبرة الحضارية المتراكمة فى الزراعة والاستخدام .

٤-٢ ضع ترتيبا هرميا لانماط استخدام هذه الموارد. فالمكانة الاعلى فى التصنيف يحوزها ذلك الاستخدام الـذى يدع الفرصة لمجالات أدنى فى الاستخدام بعد نهاية حياة الاستخدام الاصلى [31] . هكذا يمكـــن تصـــور ترتيب مراحل الاستخدام كمدرج Cascade .

٤-٣ انطلاقا من ادراك الخصائص البنيوية للمورد حاول أن تختار النمط الأول لاستخدامه عند أعلى مرحلة ممكنة لمدرج الاستخدام ويسمى هذا المبدأ: **مبدأ التوافق Matching principle** [31] ، فوفقا لهذا المبدأ، يتعين استخدام الخشب، شكل (٢)، بعد انتهاء الوظائف الأيكولوجية للشجرة في البناء كدعامات Beams ، وبعد انتهاء هذا الاستخدام يتعين اختيار النمط التالي للاستخدام عند أعلى مرحلة ممكنة من المدرج: الاثاث مثلا، وهكذا، فإذا تم بنجاح استخدام المورد في كل مراحل المدرج وذلك عبر حيوات استخدام متتابعة نكون قد حققنا الاستفادة من الامكانية الكلية التي يحوزها المورد، وهذا المبدأ يسمى: **مبدأ الاستخدام الكلى [31] ، Full utilization principle** .

٤-٤ تعامل مع المورد بشكل شامل محاولا الاستفادة من الامكانات التي تحوزها مكونات أو أجزاء المورد بحيث لاتترك أى بواقى أو مخلفات ، وهذا المبدأ يسمى: **مبدأ الاستخدام الشامل للمورد Whole resource use** فنبات القطن مثلا لا يعد فقط مصدرا لقطن الشعر الذى يستخدم في المنسوجات بل كذلك لحطب القطن الذي يمكن ان يستخدم كخامة صناعية لصناعة الواح الخشب الحبيبي والالواح الليفية متوسطة الكثافة MDF، وكذلك للورق واللوز غير المتفتح الذى يمكن ان يستخدم كمكون علفي أو تربة صناعية Beat ل لتسميد الارض Composting .

٤-٥ حاول أن توطن ما أمكن مراحل تشغيل وتصنيع الموارد المتجددة اقرب ما يمكن من مواقع نموها [15]، والعائد الاجتماعي لذلك يتمثل في تحقيق عدالة أكثر في توزيع العائد الاقتصادى من تصنيع الموارد بين الريف (حيث تنتج هذه الموارد) والحضر (حيث يتم في العادة تصنيع المنتج النهائي من هذه الموارد). وبالاضافة الى ذلك يحقق المبدأ السابق العديد من الميزات الاقتصادية فهو يذكي الدافع للتوسع في النشاط الانتاجي الزراعي للمورد نفسه ولتحسين تقنيات الانتاج. هكذا سوف يؤدى التوسع في انتاج المورد بشكل متواز مع التوسع في استخدامه الصناعي الى الحفاظ على أسعار المورد بحيث تكون منافسة لفترة طويلة، وبالاضافة الى ذلك فسوف يمثل ذلك التوسع في الانتاج بداية لضمان التجدد الفعلي -- وليس الكامن Potential – للمورد. وبالاضافة الى ذلك فأغلب الموارد المتجددة: إما انها منخفضة الكثافة Bulky وخفيفة الوزن و/أو قابلة للفساد Perishable ، لذا يحقق تشغيلها بالقرب من موقع انتاجها ميزة رفع كثافتها Bulk density أو/و حمايتها من التحلل مما يجعل من الاقتصادى نقلها الى مواقع أبعد لإستكمال تصنيعها، وبالاضافة الى ما سبق فتشغيل هذه الموارد بالقرب من مواقع انتاجها يعنى خفض نفقات الجمع والتداول والتجفيف الذى يمكن أن يكون هوائيا والتشوين وذلك استفادة من الميزات الاقتصادية التي توفرها المناطق الريفية في ايجار الاراضى وتشغيل المعدات والعمالة الرخيصة، مما يرفع من الجدوى الاقتصادية للتشغيل المحلى لهذه الموارد وما يحقق معيار الاستدامة في استخدامها .



الشكل (٢) : مدرج **Cascade** استخدام الخشب، **[31]**

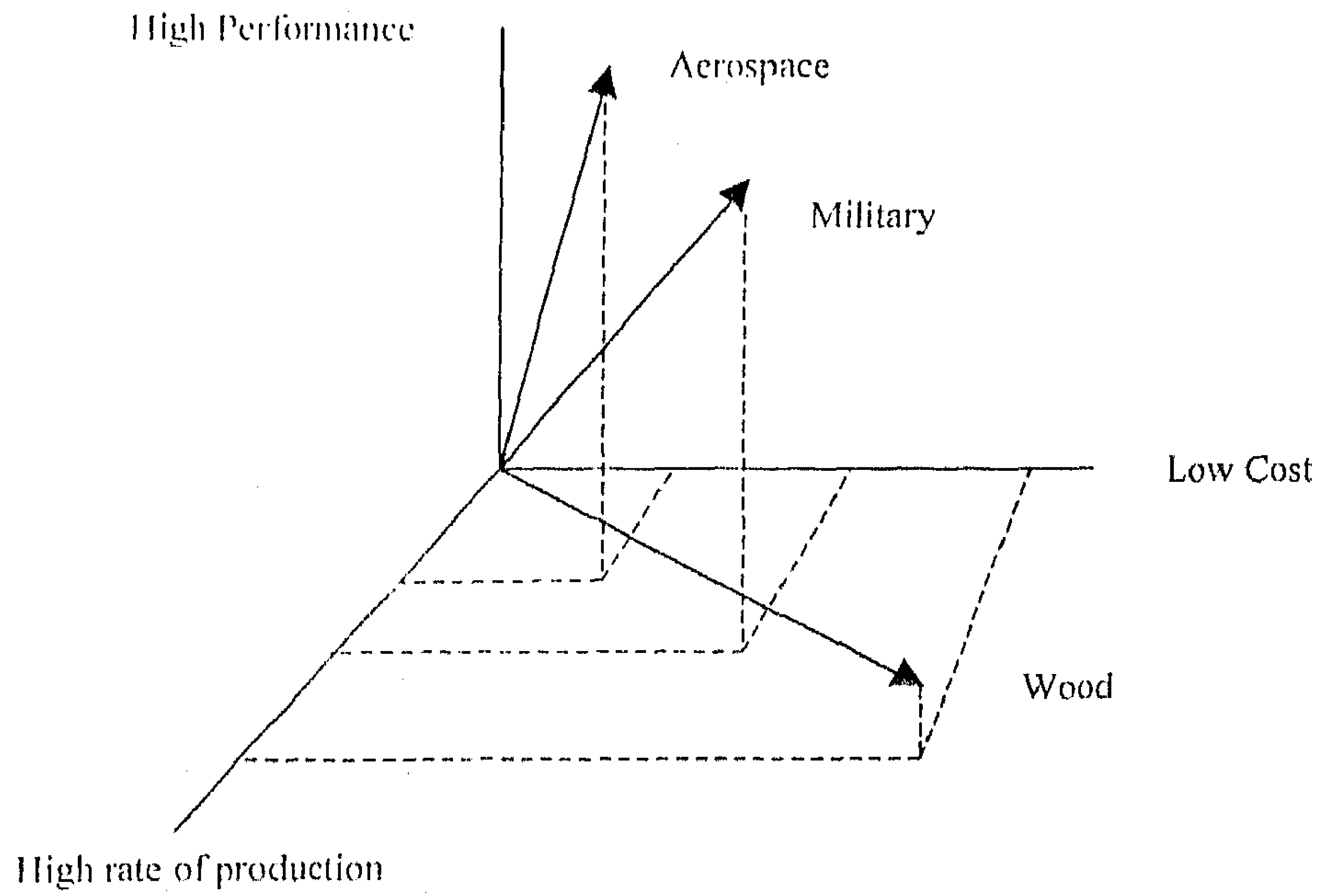
٥. الموارد المادية المتجددة: تحدى جديد للفكر الهندسى

٥-١ مقدمة

لعبت الموارد المادية المتجددة دورا محوريا فى حياة الانسان ، فلقد نمت حضارات العالم المختلفة بصحبة عناصر معينة من الفلورا فى كل منطقة، ففىمصر لعب نبات البردى دورا كبيرا حيث استخدمه المصريـون فـى أغراض شتى كغذاء وكدواء وفى صناعات كثيرة مثل صناعة القوارب والحبال والنعال والحصر والاسفاط والسلال والكراسى وأهم من ذلك كله أوراق البردى للكتابة. وكتعبير عن أهمية البردى فى حياتهم اتخذ الفنانون المصريـون باقات البردى لتزيين الجدران فى المعابد والمقابر، بل وأقاموا أعمدة المعابد على نمـط هـذا النبـات Papyrus columns ، كما اتخذته الدولة المصرية رمزا لمصر العليا، [3] ، وفى أسيا مثل الغـاب Bamboo والخـيزران Rattan ونبات الارز عناصر هامة للحياة: فى الماضى وفى الحاضر، فالغاب على سبيل المثال يستخدم حاليا فـى بناء السقالات والاسقف والحوائط وكذلك أشرعة السفن والسلال والأثاث والورق الخ، ويعتـبر مـوردا اقتصاديـا لحوالى ١٠٠ مليون فرد فى الصين وحدها [20] ، وفىاوربا لعب الخشب دورا رئيسيا فقبل الثورة الصناعية بنيـت المصانع بجوار السدود على الانهار واستخدمت العجلات الكبيرة من الخشب لنقل طاقة الحركة الى الماكينـات فـى المصانع، إلا أنه مع حدوث الثورة الصناعية الاولى ثم الثانية حدث تحول كبير فى الاعتماد على الموارد المتجـددة حيث أدى التحول الى طاقة البخار ثم الكهرباء وكذلك اختراع الة الاحتراق الداخلى ثم الثورة فى الكيمياء الصناعيـة الى التحول للاعتماد على الموارد غير المتجددة ، خاصة اعتبارا من ١٩٢٠ [5] .

وحاليا تعطى المقررات الهندسية اهتماما كبيرا للصلـب والخرسـانة وبدرجـة أقـل المعـادن الاخـرى والبلاستيك، وفى المقابل لا وجود على الاطلاق للموارد المادية المتجددة فى هذه المقررات. ممـا يعنـى أن هـذه الموارد لا تعد موادا بالمعنى الهندسى، ففى الهندسة تعرف المادة بأنها: "تلك المادة التى تتمتع بخواص منتظمة يمكن التنبوء بها وإعادة انتاجها صناعيا إلى درجة يمكن معها الاعتماد عليها فى الوفـاء بمعـايير أداء مطلوبـة [27]، "فالفرق مثلا، بين كمرة الصلب ودعامة الخشب أنه فى حين أنه من الممكن التنبوء بإداء كمرة الصلب تحت حمـل معين، لا يمكن التنبوء فى المقابل بإداء دعامة الخشب، هذا يعبر عن النظرة الهندسية ، لكنه لا يشـرح مضمـون النشاط الهندسى والذى يتمثل فى: "أعمال الفكر والخيال ثم تصميم العمليات الصناعية والقيام بها لتحويل المادة الخـام من حالتها غير منتظمة الخواص Isentropic كما هى موجودة فى الطبيعة الى مادة منتظمة الخـواص Isotropic يمكن التنبوء بأداءها وبالتالى الاعتماد عليها هندسيا"، فحديد الصلب مثلا لم يوجد بصورته الحالية فى الطبيعة، بـل احتاج الامر الى شوط وتاريخ طويل من الجهد الهندسى لتحويل أوكسيد الحديد الى الحديد الصلب .

والآن لنسأل انفسنا السؤال التالى: لماذا لم تحظ الموارد المتجددة بنفس الاهتمام الهندسى الذى حظيت بـه موارد غير متجددة كالصلب مثلا؟. إننا إن صنفنا المواد الى مواد المبرر الاساسى لاستخدامها هو رخص سـعرها أى أنها Price-driven وأخرى مبرر استخدامها هو تمتعها بمواصفـات أداء متمـيزة أى أنـها Performance-driven فسنجد أن الموارد المتجددة تنتمى الى النوع الاول، فاستخدام الخشب مثلا فى قطعة من الأثاث لا يتطلـب خواصا ميكانيكية دقيقة كعامود فى ماكينة، ويوضح شكل (٣) مقارنة بين المواد التى تسـتخدم لرخـص سـعرها كالخشب وتلك التى تستخدم لارتفاع مواصفات أداءها كالمواد المستخدمة فى الاغراض الحربية وصناعات الفضاء .



شكل (٣) : مقارنة بين الموارد التي تستخدم لرخص سعرها **price driven** مثل الخشب و الموارد التي تستخدم لتميز أدائها **performance driven** ، [27]

جدول (١) : مواصفات بعض المواد الهندسية، [27].

Material	*Insulation*	*Strength to Weight Ratio*	*Degradation*			*Swelling*	*Determination*
			Thermal	*UV Light*	*Acid*		
Ligno-cellulosics	Good	High	Yes (Fire)	Yes①	Yes②	Yes (moisture)	Yes③
Metals	Poor	Low	Yes (melt)	No	Yes	Yes (temp)	Yes②
Plastics	Poor To Good	Fair	Yes (fire)	Yes/No	Yes/No	Yes (temp)	No
Glass	Poor	Low	Yes (melt)	No	No	Yes (temp)	No
Concrete	Poor	Low	No	No	Yes	No	Yes④

إننا بحاجة لتغيير نظرتنا للمواد: فليست الموارد المتجددة هي المواد الوحيدة ذات الاداء المنخفض، ويوضح جدول (١) خواص بعض المواد الهندسية، فالخشب وسائر المواد اللجنو سلليلوزية تنتفخ نتيجة للتعرض للرطوبة وكذلك تتمدد المعادن والزجاج والبلاستيك بالحرارة، وليست المواد اللجنو سلليلوزية هي الوحيدة التي تتعرض للتآكل نتيجة للتعرض للجو الخارجي [27] ، فالمعادن تتأكسد والخرسانة تتدهور خواصها بفعل الرطوبة وتغير نسبه الحموضة (PH value changes) ، وتتعرض المواد اللجنو سلليلوزية والبلاستيك لاخطار الحريق وفي المقابل ينصهر المعدن عند تعرضه للحرائق، والمواد اللجنو سلليلوزية أداؤها ممتاز كعوازل حرارية في حين ينخفض أداء المعادن والزجاج والخرسانة، واذا أخذنا معيار المتانة النوعية (نسبة المتانة الي الكتلة) والجساءة النوعية (نسبة الجساءة الى الكتلة) فسنجد أن الموارد المتجددة تفضل بكثير المعادن، فقيمة المتانة النوعية مثلا (نسبة متانة الشد الى الكتلة) للطبقة الخارجية لجريد النخيل ٤ مرات مثيلها للحديد الطرى [17] ، لذا **فإننا بحاجة الى تكوين نظرة اكثر انصافا للموارد المادية المتجددة حتى نفتح أمامها المجال للقيام بدورها في إطار التنمية المستديمة: وهذا يمثل تحديا جديدا للمهندسين.**

٥-٢ نحو إطار هندسى للتعامل مع الموارد المادية المتجددة

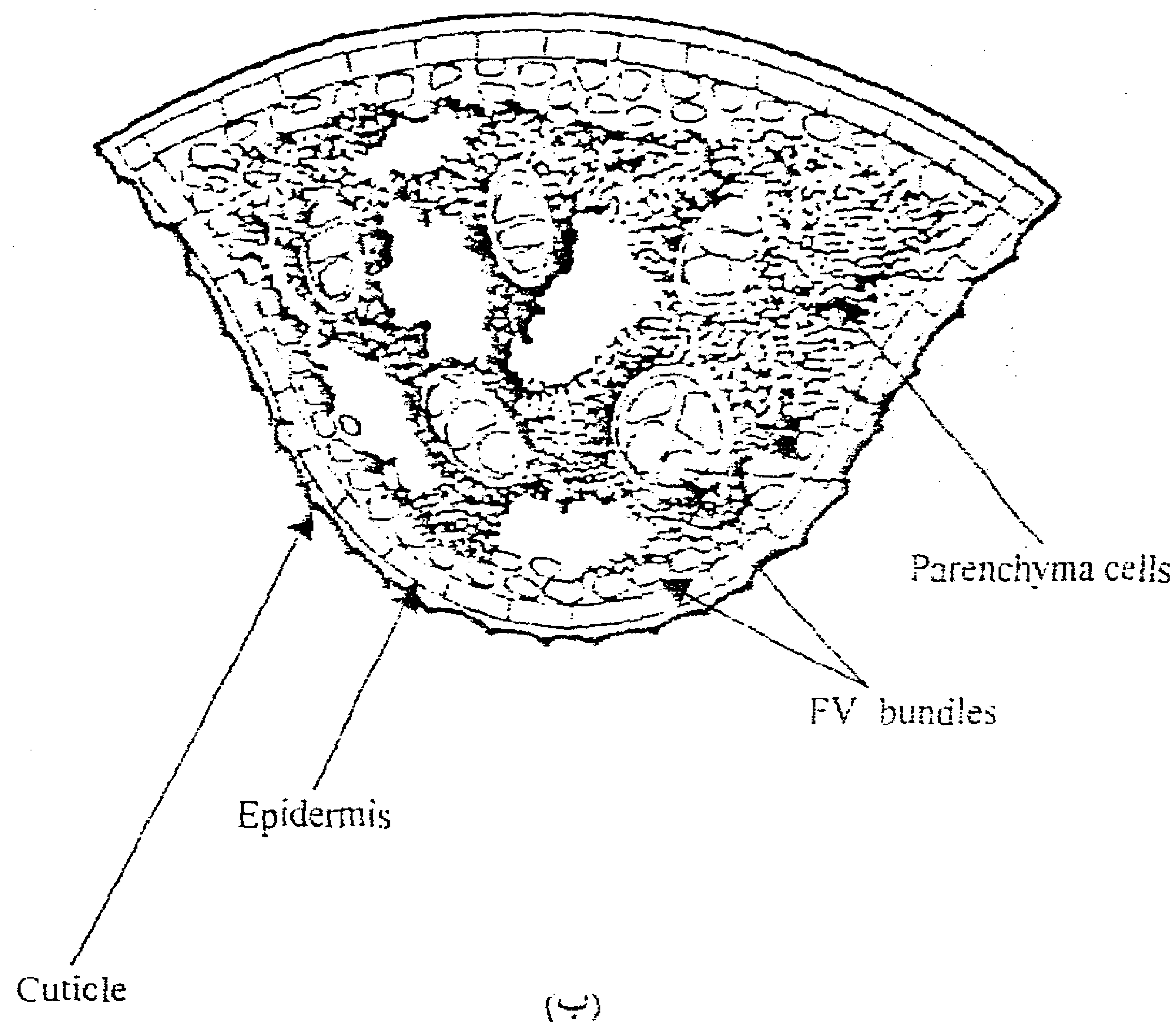
٥-٢-١ التعلم من الطبيعة[1] ومن الخواص البنيوية للموارد المادية المتجددة

تتميز الموارد المادية المتجددة عن غير المتجددة بأن لها بنى Structures يمكن أن تكون مصدرا للمعلومات والالهام التقنى بالنسبة للمهندسين، فدراسة بنى هذه الموارد يمكن أن يكون معينا لنا في تصميم مواد تتمتع بمعايير أداء عالية ومتناغمة – في نفس الوقت – مع الدورات الطبيعية [26] . وسأضرب مثلا من خبرتنا مع جريد النخيل، يوضح شكل (٤-أ) وضع الجريدة بالنسبة للنخلة، كما يوضح شكل (٤-ب) مقطعا عرضيا في الجريدة، ويتميز جريد النخيل (أحادى الفلقة) عن الخشب (ثنائي الفلقة) بعدم وجود أشعة عرضية Radial rays ، أي أنه لا يوجد تدعيم عرضى Cross linking بين الحزم الليفية الوعائية والتى تمثل الوحدة البنيوية لجريد النخيل، أى أن هذه الحزم لا يربطها إلا نسيج الخلايا البارانشيمية المرن كما هو موضح بالشكل. هذه السمة البنيوية لجريد النخيل بالاضافة لشكل المقطع يحققان له خاصتى المرونة Flexibility والمتانة Toughness . وربما يفسر هذا تحمل جريد النخيل للملايين من دورات التحميل خلال عمره دون أن ينكسر حتى لدى تعرضه للعواصف الرملية الشديدة في الصحراء. يوضح شكل (٤-ج) تفصيلا لبنية تشريح الجريدة. ويتضح من هذا الشكل أنه كلما تحركنا من السطح الخارجى للجريدة الى الداخل زادت أقطار الحزم الليفية الوعائية وقل عددها [23] ، أى أن نسبة الالياف المسئولة عن قوة البنية تتزايد بشكل كبير كلما اتجهنا من مركز الجريدة الى سطحها. وهذه البنية Structure تتمشى مع شكل توزيع الاجهادات العمودية في مقطع الكمرات المعرضة لأحمال الانحناء . **هكذا يمكن أن تلهمنا بنية جريد النخيل في تصميم كمرات من طبقات مؤلفة Composite layers**

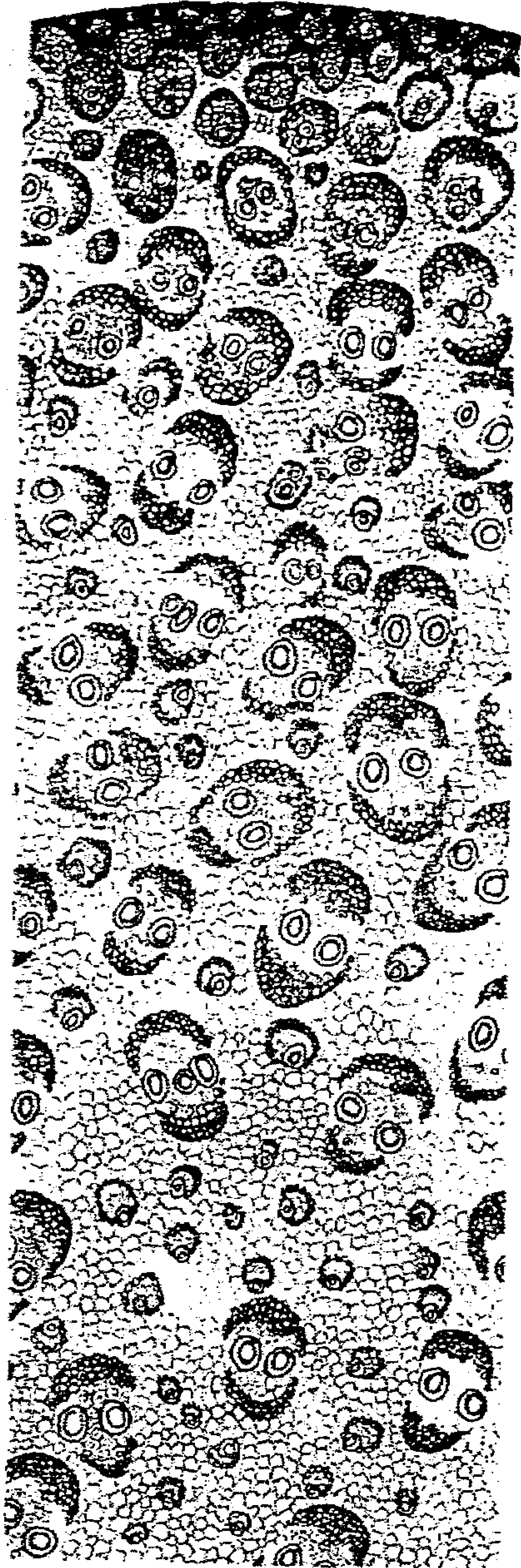
[1] محاكاة البيولوجى Biomimetics مجال جديد من مجالات العلم يهتم بدراسة المواد والبنى والانساق البيولوجية بهدف رئيسى يتمثل في الاستفادة من الافكار والحلول الموجودة في عالم النبات والحيوان في التطبيقات المفيدة للانسان وهو مايمثل "تجريد التصميمات الجيدة في الطبيعة" [21] .



(أ)



(ب)



(ج)

شكل (٤) : التركيب التشريحى لجريدة النخيل و اسلوب تعليقها **Support** بالنسبة للنخلة

تجمع بين صفات القوة العالية High strength (الطبقـــات الخارجيـــة) مـــع المتانـــة Toughness (الطبقات الداخلية).

٥-٢-٢ اكتشاف خواص جديدة لبنى الموارد المادية المتجددة يمكن أن توفى بحاجات معاصرة .

لنعد مرة اخرى الى نموذج جريد النخيل. يوضح شكل (٤-ج) أن الطبقة الخارجية للجريدة تتميز بكثافة عالية للغاية للحزم الليفية الوعائية الصغيرة التي لا تتخللها الا خلايا بارانشيمية قليلة العـــدد وكذلـــك وجود طبقة شمعية على سطحها مما يجعل جريد النخيل مقاوما لفقـــد المـــاء خـــلال الظـــروف القاســـية للصحراء، وبالاضافة الى ذلك يتمتع جريد النخيل بمواصفات عزل حرارى عالية، هكـــذا يمكـــن اقـــتراح استخدام جريد النخيل مع الخوص كمادة للتسقيف فى الاسقف منخفضة التكاليف وكذلك المظلات والمنشآت السياحية الصديقة للبيئة Ecologes .

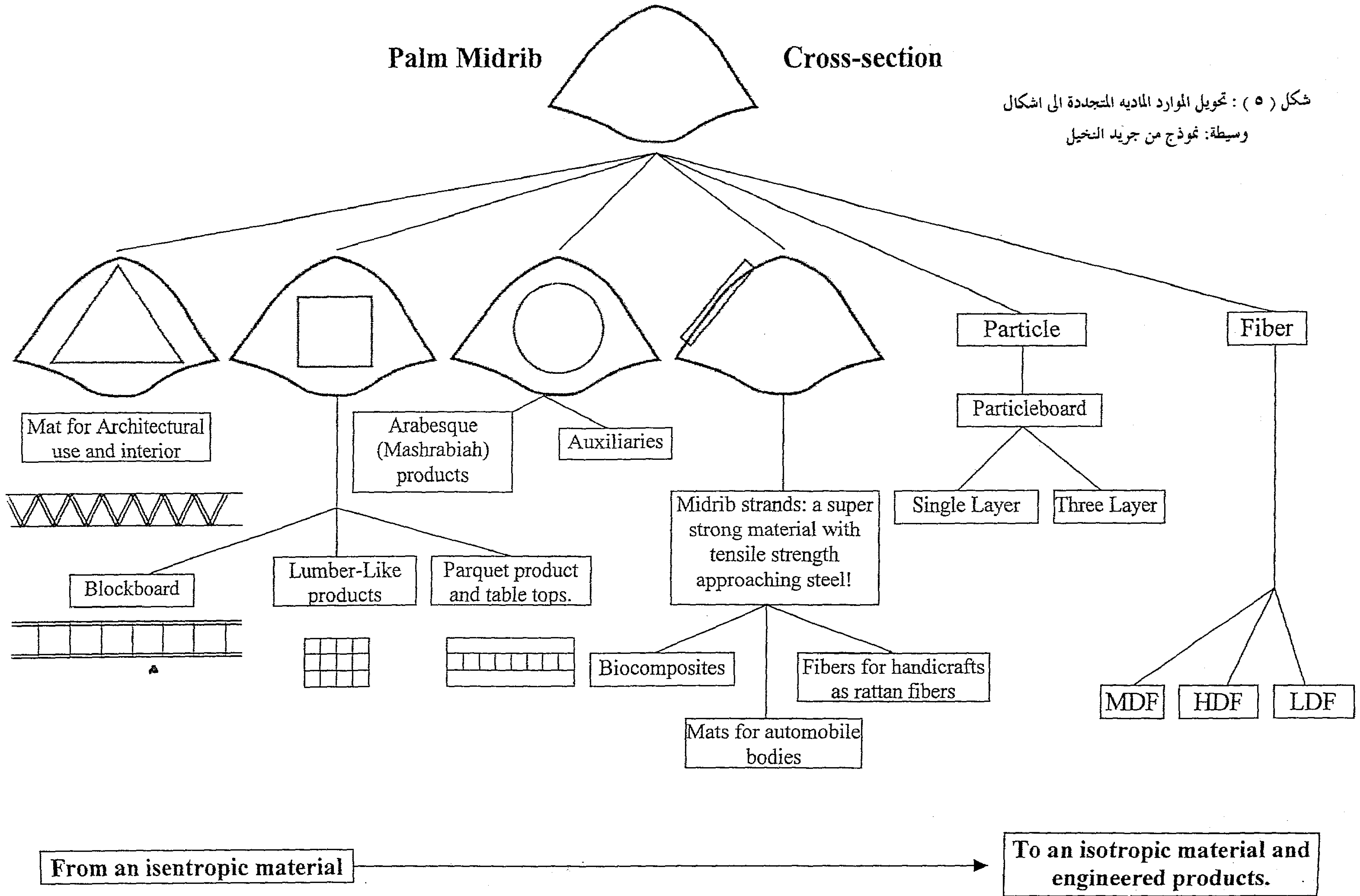
٥-٢-٣ خفض التباين فى الأداء عن طريق الانتخاب السلالى والعمر وتصميم الوحدات الانشائية .

اجريت بحوث عديدة عن تأثير اختلاف السلالات على الصفات الميكانيكيـــة للغـــاب Bamboo [30] ، وكذلك لجريد النخيل [13] . وتوضح نتائج هذه البحوث أن هناك تباين واضح للصفات الميكانيكية لهذه الموارد نتيجة لاختلاف السلالات، وتتأثر هذه الصفات كذلك بالظروف الايكولوجيـــة مثـــل المنـــاخ والتربة وكذلك الخدمة والرعاية الزراعية لها، يعنى ذلك أن انتقاءنا لجريد النخيل من نفس الســـلالة ومـــن نفس المنطقة ولنخيل من أعمار متقاربة سوف يقلل من تباين صفاته الميكانيكية.

ويتميز جريد النخيل بمقطع يقل من منبت الجريدة عند الجذع الى طرفها، وعند اســـتخدامه فـــى السقف كحصيرة يقوم الفلاح برص الجريد "خلف خلاف": أى وضع كل جريدة معكوسة بالنسبة لســـابقتها فى الحصيرة مما يعد تقنية بسيطة للغاية "لتجنيس" Homogenization الصفات الميكانيكية للجريد وهناك تقنية أخرى تتمثل فى تقسيم الجريدة الى ثلاثة أقسام: قمة ووسط وقاعدة لكل منها مقطع وصفات ميكانيكية مختلفة، ويمكن بذلك تصنيع حصر من تلك الاجزاء تتمتع ببنى وخواص ميكانيكية أكثر انتظاما.

٥-٢-٤ تحويل المورد الى مادة وسيطة تتمتع ببنية متجانسة يمكن بالتالى اســـتخدامها فـــى صناعـــة منتجات هندسية .

يوضح شكل (٥) تلك الفكرة، فتحويل المورد الى مادة أو شكل وسيط سوف يقلـــل التبـــاين فـــى الخواص، فعلى سبيل المثال الجزء الداخلى للجريدة (قلب الجريدة) سواء كـــان مربعـــا أو مســـتطيلا أو دائرى المقطع يتمتع بانتظام حجم وتوزيع الحزم الليفية الوعائية بالمقارنة بالجريدة ككل. مما يـــؤدى الـــى تجنيس الخواص، وبالاضافة الى ذلك فسوف تلهمنا الاشكال الجديدة خيالا جديدا، وهذا بالضبط ما حـــدث فى تجربتنا: فالمقطع المربع لقلب الجريدة ألهمنا كى نتجه الى مجالات منتجات جديـــدة: الـــواح الكونـــتر بانوه، ثم الكتل البديلة للاخشاب [33] ، وأخيرا الباركيه من جريد النخيل، كذلك الهمنا المقطع المســـتدير لقلب جريدة النخيل للاتجاه الى استخدامه فى الارابيسك بديلا للزان، كما تلهمنا شريحة جريد النخيل والتـــى



شكل (٥) : تحويل الموارد الماديه المتجددة الى اشكال
وسيطة: نموذج من جريد النخيل

تقارب فى قوة شدها الصلب الطرى (~ ٢٤ نيوتن/م٢)[17] ، أن نتجه الى صناعة مؤلفـــات بيولوجيـــة Biocomposites بديلة للمؤلفات البلاستيكية التى تستخدم الفيبر جلاس Fiberglass وذلك وصولا الـــى جذاذ جريد النخيل فى الحبيبى وأخيرا الألياف فى الالواح الليفية المختلفة. **هكذا يمكن بالاساليب الصناعيـــة الملائمة تحويل الموارد المادية المتجددة من خامات غير منتظمة الخـــواص Isentropic الـــى مـــواد منتظمة الخواص Isotropic ومنتجات هندسية .**

٥-٢-٥ تغيير تكوين وبنية المورد لاكسابه خواصا توفى باحتياجات جديدة

هناك تقنيات عديدة يمكن ان تستخدم فى هذا الغرض. فالتعطين يمثل تقنية تقليدية تستخدم بنجـــاح مع الغاب Bamboo للوقاية من الاصابة بالحشرات، حيث يؤدى الغمر فى الماء لفترات محددة الى تقليـــل محتوى النشا مما يقلل الغذاء للحشرات والفطريات [10]. وهناك كذلك اسلوب الحقـــن Impregnation والذى يستخدم مع الخشب، كما يمكن استخدامه كذلك مع الغاب وجريد النخيل لتحسين الصفات الميكانيكيـــة واضفاء صفة مقاومة الحريق Fire retardance property .

٥-٢-٦ المعالجة السطحية لاكساب الموارد المتجددة صفات جديدة

تعتبر التكسية Lamination من التقنيات واسعة الاستخدام فى هذا الصدد. فالواح الحبيبـــى ذات الثلاثة طبقات مثلا تكسى بالورق المشبع بالميلامين Melamine-impregnated paper لزيادة مقاومتـــها للانتفاخ اذا استخدمت فى ظروف الرطوبة العالية (المطابخ والحمامات)، كذلك يكسى الابلاكاش المســـتخدم فى الصبات الخرسانية Shutter concrete بـــورق مشـــبع بـــالفنول Phenol-impregnated paper لاكسابه صفة مقاومة امتصاص الماء مما يؤثر على نعومة سطح الخرسانة كذلك يمكن استخدام دهانـــات الفينول للباركيه لاكسابه خاصية مقاومة امتصاص الماء وكذلك مقاومة البرى .

٥-٢-٧ صناعة مؤلفات من الموارد المادية المتجددة ومواد أخرى

هناك امكانية كبيرة لاستخدام الموارد المادية المتجددة فى صناعة مؤلفات ذات خواص منتظمـــة يمكن الاعتماد عليها وتتمتع بالاضافة الى ذلك بكونها صديقة للبيئة، فيمكن كما ســـبق تصنيـــع مؤلفـــات بيولوجية Biocomposites من هذه الموارد بإستخدام كيمياء خضـــراء Green chemistry أى مـــواد لاصقة من موارد متجددة أيضا كالنشا وبروتين الصويا Soy proteins ، وكذلك يمكن استخدام الاليـــاف الطبيعية بديلا للفيبر جلاس القابل للحريق أو التحلل.

٦. نماذج لاستخدام الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

فيما يلى عرض لنماذج لاستخدام الموارد المادية المتجددة روعى فى اختيارها أن تمثل تجارب وتوجـــهات جديدة لاستخدام هذه الموارد وأن تكون مفيدة لظروفنا الحالية .

٦-١ نماذج لاستخدامات صناعية "لمخلفات" زراعية كبدائل للأخشاب

حدثت طفرة فى السنوات الاخيرة فى الاهتمام بالاستخدام الصناعى لما يسمى "بالمخلفات" الزراعية - والتسمية الأصح البواقى الزراعية : أى ما يتبقى من المورد بعد الثمار أو المنتج الاساسى [1] - وفى هذا المجال تحتل أمريكا الشمالية (الولايات المتحدة الامريكية وكندا) الريادة فى انتاج الالواح المؤلفة Composite panels من هذه "المخلفات" وتعليل ذلك يتمثل : أولا : فى كبر حجم كميات هذه "المخلفات" والتى يقدرها البعض ب ٣٠٠ مليون طن (وزن جاف) شهريا [35]، وهناك، ثانيا: الضغوط المحلية على مستوى الولايات الامريكية والاتجاه المتزايد الى منع حرق هذه "المخلفات" ، وهناك ، ثالثا: المجهودات المضنية التى تقوم بها الجماعات الاهلية من هيئات المستهلكين Consumer Associations إلى جماعات البيئة مثل Miliendefensie, Natuur, Milieu and Green peace [5] ، من أجل الحفاظ على الغابات المطرية والحد من قطعها مما أدى الى تقليل الكميات المعروضة من الاخشاب وارتفاع أسعارها، وهناك، رابعا: السوق الضخمة لهذه المنتجات فى امريكا الشمالية: خاصة فى مجال البناء .

وهناك حاليا ٦ مصانع منتجة وثلاثة تستعد للانتاج [37] ، ويوضح شكل (٦) تطور الطاقة الانتاجية لمنتجات هذه "المخلفات" وتوقعات زيادتها حتى عام ٢٠٠٩. يتضح من هذه الشكل أن هناك اتجاه مضطرد لانتاج هذه المنتجات والتى أصبحت تسمى بأسماء جذابة لتسهيل تسويقها مثل : Bio-based products [37]، Tree-free productes [8] ، كما تسمى هذه المخلفات حاليا بأسماء مبهرة للتأكيد على أنها ليست مجرد "مخلفات" تتوافر بكميات كبيرة ومطلوب "التخلص" منها أو أنها "رخيصة" مما يدنى من قيمتها سوقيا، بل باعتبار أنها مدخلات صناعية مثل Agro Fibers[14] ، و AG-fibers.

٦-١-١ الألواح الحبيبى من قش الأرز

فى سرى لانكا [41] ، بدء فى ١٩٩٣ التشغيل التجارى لمصنع الالواح الحبيبى من قش الارز حيث تتوافر هذه الخامة سنويا بكميات تفوق ٢ مليون طن، ولا تتعدى تكلفة معدات المصنع ١٠% من المصانع التقليدية حيث يتميز المصنع بصغر طاقة انتاجه (~ ٦٠٠٠ طن فى السنة). وبالاضافة الى ميزة تفادى حرق قش الارز تتميز هذه الألواح بمقاومة عالية للآفات والتآكل وكذلك النيران، كما أن خواصها من ناحية مقاومة التشرب بالماء وشد المسمار والصلادة السطحية عالية. ولقد وجد المنتج الجديد طريقه فى تصنيع صناديق الشاى بديلا للابلاكاش Plywood وكذلك فى تجليد الحوائط والابواب والاثاث والمناضد وبلاطات السقف والعزل الصوتى والحرارى، الخ.

٦-١-٢ الالواح الحبيبى من سرسة الأرز

وفى الهند [43] ، تم بنجاح استخدام سرسة الارز Rice husk والتى تتوافر كمياتها سنويا بحوالى ٣٠ مليون طن فى تصنيع الواح حبيبى (جدول (٢)). وجدير بالذكر أن التجربة المشار اليها تحقق الاستخدام الكامل دون أى بواق لسرسة الارز والتى لا يشجع ارتفاع نسبة السليكا فيها على استخدامها فى

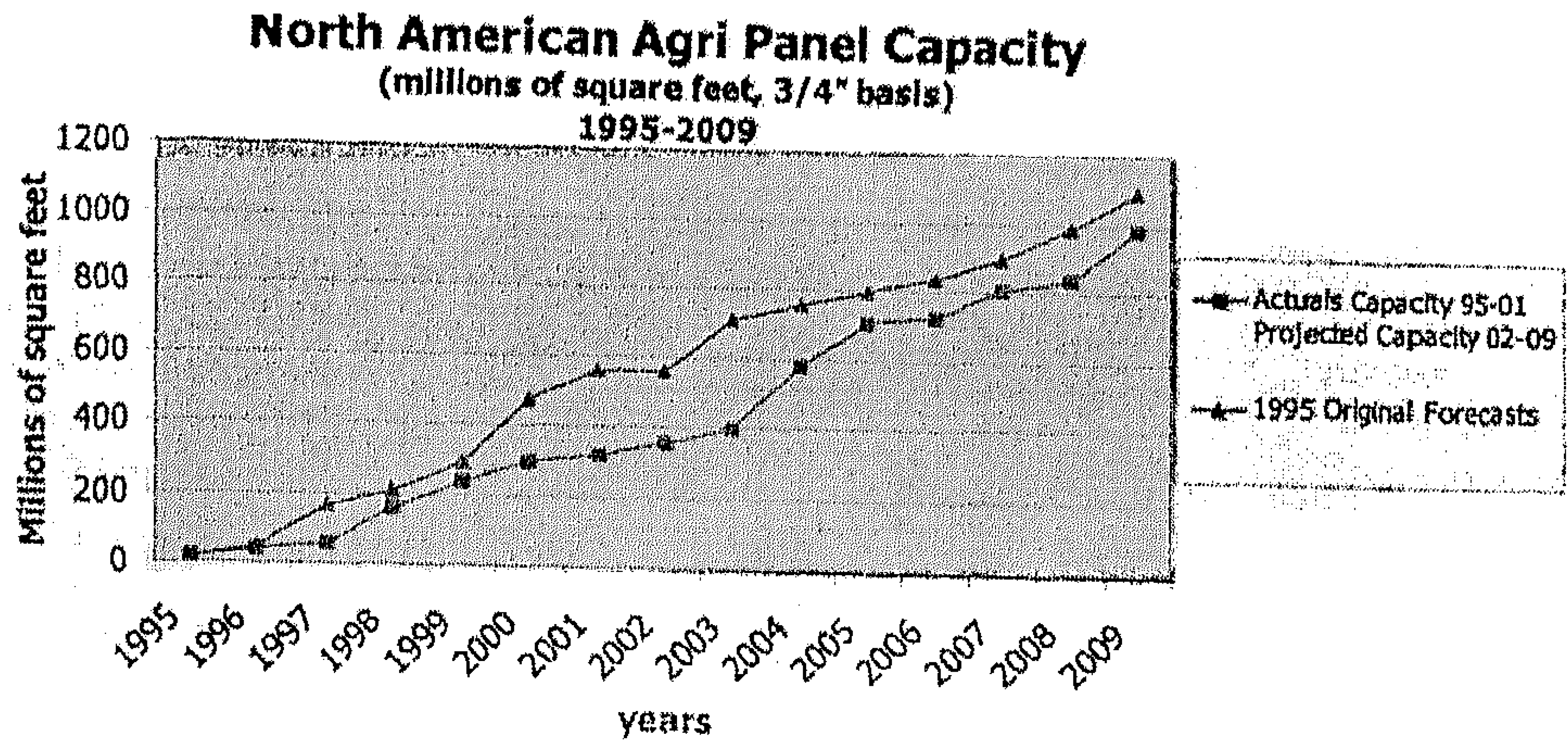
العلف الحيوانى، وحيث يمثل وجود السليكا ميزة خاصة لألواح الحبيبى فى مقاومة الاصابـــة بالحشـــرات والتعرض للنيران.

جدول (٢) قيم الترابط الداخلى وامتصاص الماء لألواح الحبيبى من سرسة الأرز[43].

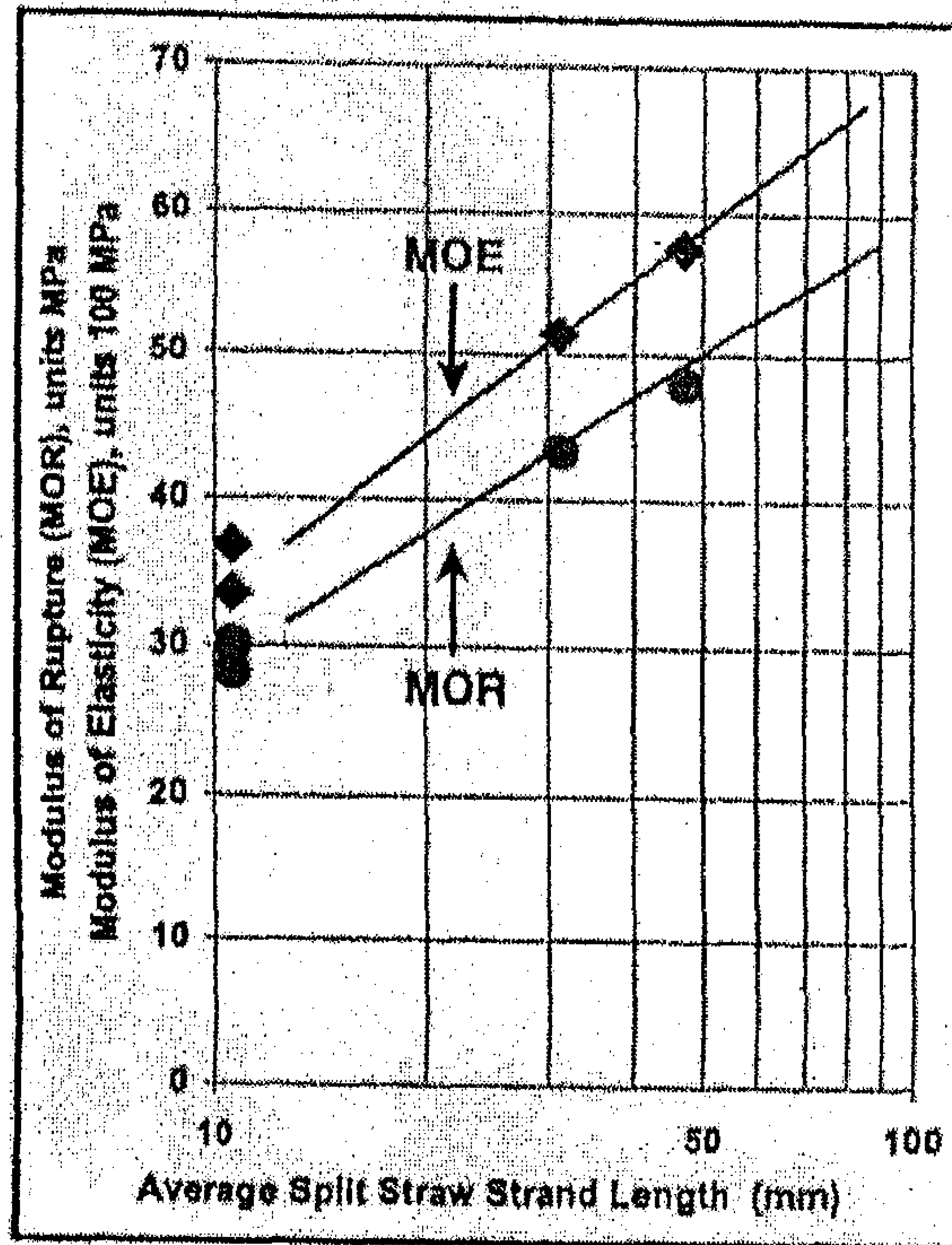
متانة الارتباط الداخلى Internal bond strength	النسبة المئوية لامتصاص الماء Water absorption percentage		النسبة المئوية للانتفاخ فى السمك Thickness swelling percentage	الكثافة Density
N/mm²	24 hr.	2 hr.	2 hr.	Kg/m³
٠,١٨	٨٥	٣٥	٣,٠	٣٥٣
٠,٣٣	٦٦	٢٥	٢,٠	٤٣٧
٠,٧٧	٣٦	١٥	٢,٠	٦٥٣
٠,٧٢	٣٦	١٣	٣,٨	٨٠٠
٠,٩٢	٣٥	١٥	٣,٥	٨٦٠
١,١٢	٢١	٨	٣,٥	٩٠٠

٦-١-٣ الواح للبناء من القش Structural boards from straw

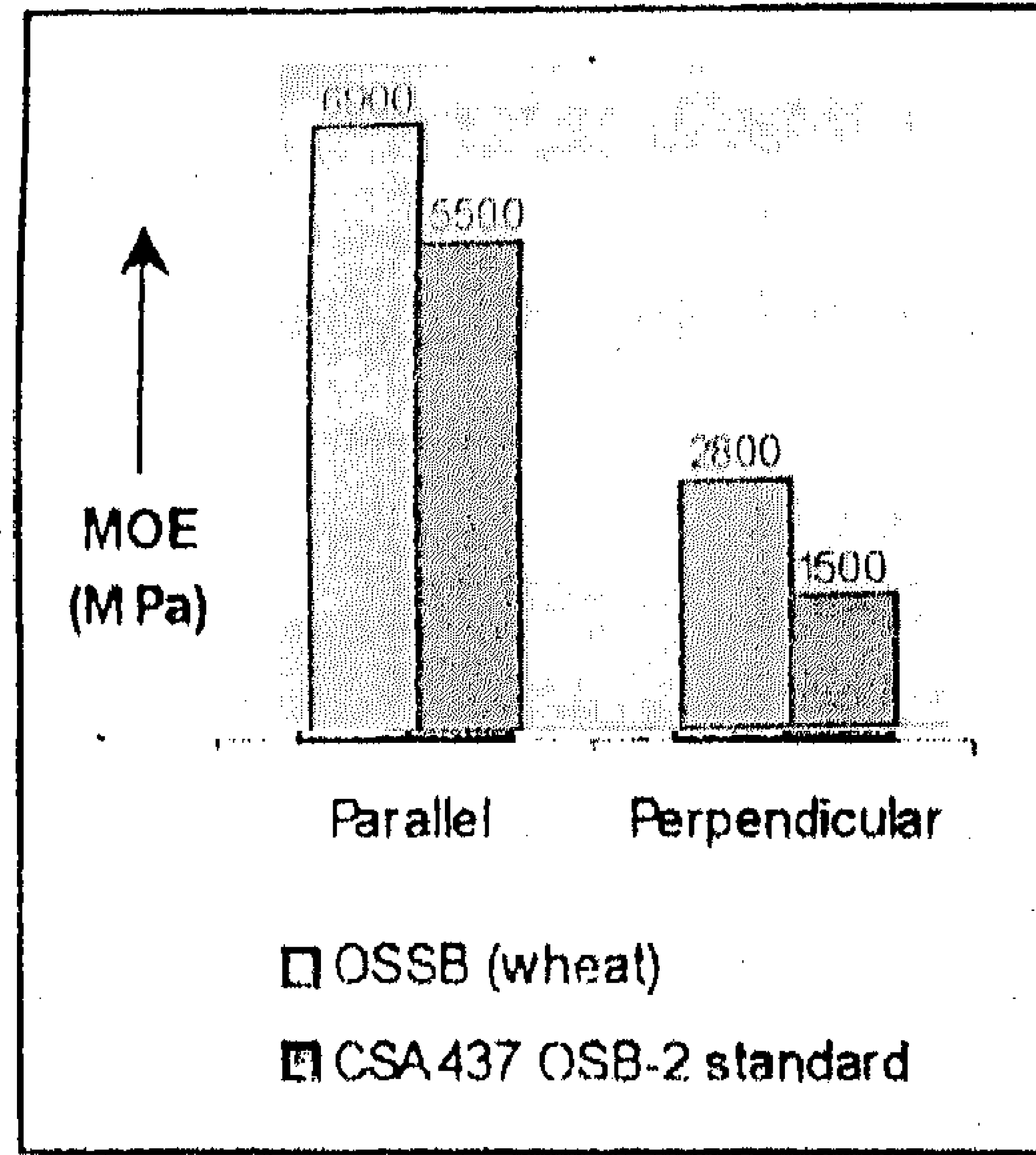
يعتبر قش القمح - منتجا ثانويا فى ولاية البرتا Alberta فى كندا بمعـــدل ٢-٤ طـــن/الـــهكتار (وزن جاف) سنويا. لذا ففى عام ١٩٩٨ قام مجلس بحوث البرتا Alberta Research Council [4]، ببحث لأنتاج لوح شرائح موجهة من هذا القش (OSSB) Oriented Straw Strand Board وذلـــك بتنسيل سيقان القمح باستخدام معدة تنسيل Straw Splitter إلى شرائح تتراوح أطوالها بيـــن ١٢ - ١٠٠ مم ، ثم خلطها براتينج MDI isoşyanate وكبسها على الساخن تحت درجة حرارة ٢٠٠ °م لانتاج الـــواح ذات ثلاثة طبقات ، وميزة ماكينة التنسيل تتمثل فى اطالة شريحة القش مما يرفع من قيمة معامل الكســـر Modulus of rupture فى الانحناء كما يتضح من شكل (٦). ويؤدى توجيه الشرائح الى رفع قيمة قـــوة الانحناء Bending strength فى اتجاه هذه الشرائح إلى ضعف القيمة فى الاتجـــاه العمـــودى عليـــها . ويتضح كذلك من شكلى (٧) ، (٨) أن معامل المرونة MOE ومعامل الكسر MOR لهذه الالواح يوفيـــان بمتطلبات المواصفة الخاصة بالالواح المستخدمة فى البناء Structural boards ، ولقد تم تقدير الجـــدوى



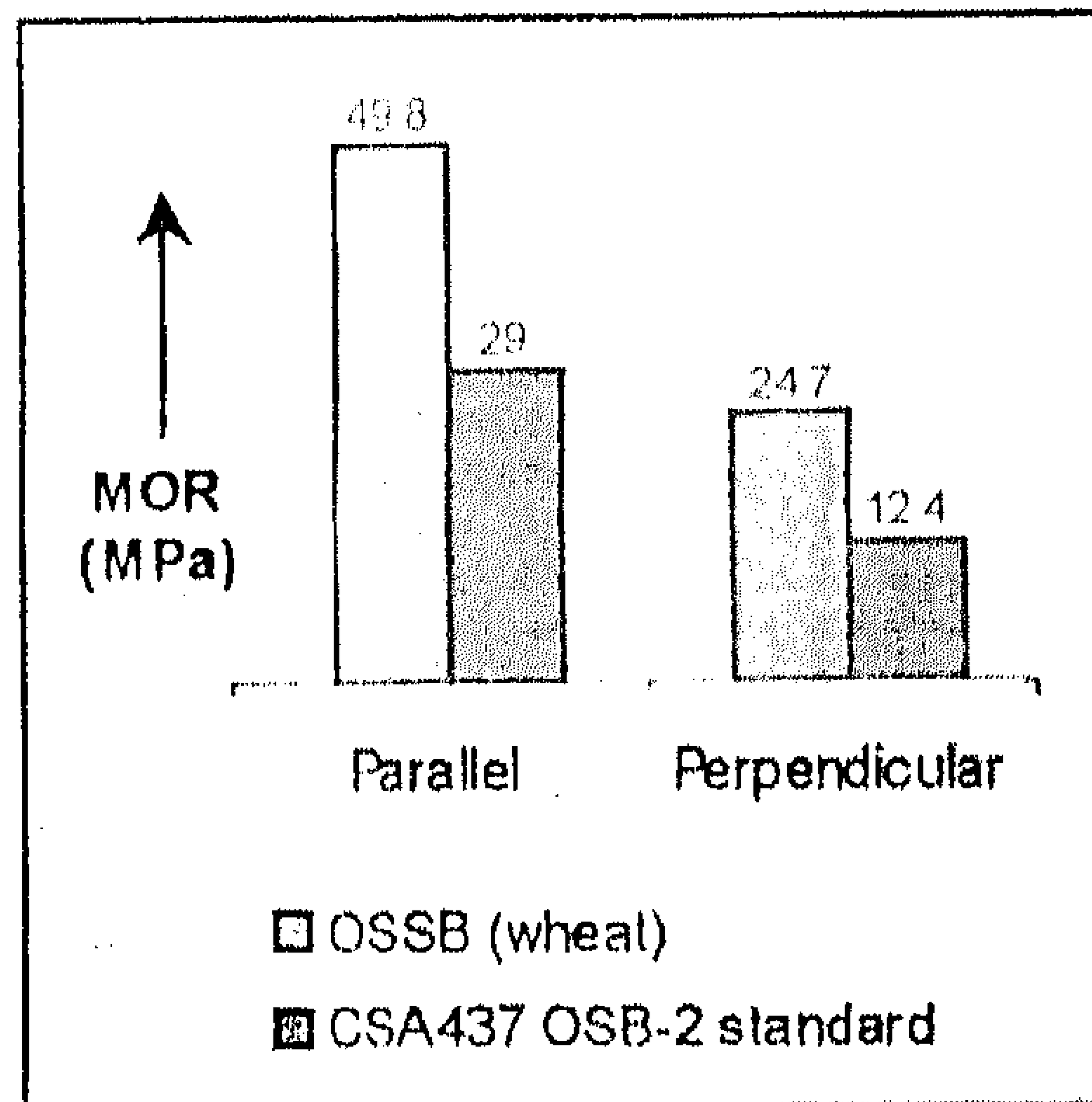
شكل (٦) : تطور الطاقة الإنتاجية الفعلية و المتوقعة للألواح من "المخلفات" (البواقى) الزراعية في أمريكا الشمالية، **[36]**



شكل (٧) : تأثير طول شريحة القش على خواص قوة الانحناء، **[4]**.



شكل (٨) : قيم معامل المرونة **Modulus of Elasticity (MOE)** للوح الشرائح الموجهة من القش **Oriented Straw Strand board (OSSB)** مقارنة بالقيم المنصوص عليها فى المواصفات القياسية، [4].



شكل (٩) : قوه الانحناء (معامل الكسر **Modulus of Rupture MOR**) لالواح الشرائح الموجهة من القش **(OSSB)** مقارنة بالقيم المنصوص عليها فى المواصفات القياسية، [4].

الاقتصادية لاستخدام القش وفقا لمعيار Cost of resinated fibre (Mass basis) ووجد انه يمثل ٨٣%
فقط من نظيره فى حالة استخدام الاخشاب مما يبشر بإمكانية تطبيق هذا الاسلوب مع قش القمح .

٦-١-٤ الواح ليفية متوسطة الكثافة Medium Density Fiberboards (MDF) مـــن عراجيـــن النخيل

فى منتصف ١٩٩٩ تم فى ماليزيا الانتاج التجارى لالواح ال MDF من عراجين نخيل الزيـــت والتى تتوافر سنويا بكميات تصل الى ٢ مليون طن يتم فى العادة احراقها أو تركها كى تتحلل فى العـــراء، هكذا تم بناء مصنع ال MDF مجاورا لمصنع استخلاص زيت النخيـــل. ويتـــم فـــى مصنـــع ال MDF استخلاص الحزم الليفية Fibre bundles . تم معاملتها فيوحـــدة Pressurized refiner، بعـــد ذلـــك يستخدم غراء اليوريافورمالدهايد ذو الانبعاث المنخفض ويجرى كبس المنتج النهائى فى مكـــابس ذات ١٢ طابق لانتاج الواح ال MDF بتخانات ٩، ١٢، ١٥، ١٨ مم ، وتفضل هذه الالواح نظيرتها التى تنتج فـــى ماليزيا من خشب المطاط Rubber wood فى السعر وكذلك في الخواص الصوتية وفيعدم وجود بقـــع عليها، مما يتيح مجالات واسعة لاستخدام هذه الالواح مثل: الاثاث والمكتبات وصناديق السماعات، وينتظر أن تتسع هذه المجالات فى المستقبل لتشمل المواد العازلة والتغليف وعجينة الورق ، كما ينتظر أن يفتـــح هذا النجاح الصناعى المجال لاستخدام ٢٠ مليون طن أخرى من مخلفات نخيل الزيت فى ماليزيا [22] .

٦-٢ نماذج لاستخدامات صناعية لموارد متجددة كبدائل للموارد غير المتجددة

٦-٢-١ البلاستيك البيولوجى Bioplastics من شرش الجبنة

تجرى حاليا تجربة رائدة فى هولندا للاستفادة من ٧ مليون طن شرش جبنة تتخلف ســـنويا عـــن صناعة الالبـــان لاســـتخدامها فـــى انتـــاج بلاســـتيك بيولوجـــى Bioplastic قـــابل للتحلـــل بالبكتريـــا Biodegradable حيث يتوقع انتاج ٢٠٠,٠٠٠ طن سنويا من هذا الشرش يمثل ¼ إحتياج هولندا مـــن البلاستيك فى العام [38]. ما هى الدوافع وراء هذا التوجه ؟

- الشعور بالمستقبل المظلم لتوفر البترول الذى يستخدم عادة فى صناعة البلاســـتيك حيـــث يتوقـــع ألا يتعدى العمر الافتراضى لرصيد البترول (٢٠-٣٠ سنة) .
- المساهمة فى خفض انبعاثات ثانى اوكسيد الكربون حيث يؤدى تصنيع ١ طن مـــن البلاســـتيك مـــن البترول (البولى ستيرين) الى انبعاث ٦ طن من ثانى اوكسيد الكربون.
- تفادى الامراض المرتبطة بالبلاستيك العادى (الديوكسين لدى احراق مخلفات البلاستيك والفتالاتين فـــى لعب الاطفال المصنعة من ال PVC الطرى والذى يسبب العقم).

- تفادى أعراض مرض الجنون Mad Painter's Disease الذى يتعرض لـــه مســـتخدموا مخففـــات الدهانات وانبعاثات ال Volatile Organic Compounds, (VOC) والتى تصل فى اوربا الغربية وحدها الى ١,٤ مليون طن سنويا [18] .

- الآثار الضارة لدهانات البواخر والتى تذوب فى الماء وتؤثر فى الانسان عبر الاسماك التـــى يتناولـــها فى غذائه .

والميزات التى يحققها البلاستيك البيولوجى انه قابل للتصنيع بنفس التقنيات العاديـــة المســـتخدمة فىالبلاستيك كالصب والنفخ والحقن والبثق وأنه بالطبع قابلة للتحلل بالبكتريا، والمجالات التى تجرى فيـــها حاليا تجارب الانتاج تتمثل فى: أدوات الطعام التى تستخدم مرة واحدة مما يوفر عمالة الفـــرز - وتتجـــه شركة طيران KLM حاليا لاستخدام هذه المادة علىطائراتها - البلاستيك المستخدم فى تعبئة الخضـــروات والذى يسمح بمرور الهواء، الزراعة المحمية فيما يسمى "بالصوبـــة القابلـــة للامتصـــاص" Digestible greenhouse والذى كل مكوناته مصنوعة من البلاستيك البيولوجى وكذلك إصص الـــزرع والدهانـــات ومخففات الدهانات والراتنجات ؛ كما ينتظر أن يتوافق منتج ال Bioplastics مـــع الزراعـــة العضويـــة Organic farming الآخذة فى الانتشار فى أوربا، وعلى الرغم من أن سعر الطن من البيو بلاستيك ٢-٣ مرات مثيله من البلاستيك العادى إلا أنه ينتظر أن ينافس فى المستقبل عندما ينتج بكميات كبيرة وعندمـــا يتم وفقا لل Grüne Punkt اضافة تكلفة جمع العبوات واعادة استخدامها على تكلفة المنتج [5]: هنا يمثل لبيو بلاستيك ميزة كبيرة لأن التسميد Composting هو أرخص اسلوب للتعامل مـــع المخلفـــات حيـــث ارتفعت تكلفة الحريق فى هولندا من ١١٣ الى ١٨٥ فلورين للطن [38] ، كما أن الضريبة على العبـــوات من المواد المصنعة Synthetic فى المانيا ١٥ ضعف الضريبة المقابلـــة علـــى العبـــوات مـــن المـــواد الطبيعية[5] .

٦-٢-٢ استخدام مخلفات البطاطس والموالح والتفاح وبنجر السكر وقشر الموز فـــى صناعـــة البيـــو بلاستيك

تجرى فى النمسا محاولات رائدة لاستخدام المخلفات الزراعية السابق الاشارة اليها فى صناعـــة البيو بلاستيك[40]، والفكرة الرئيسية هنا هى استخدام هذه المواد الغنية بالبكتين Pectin والرخيصة جـــدا فى صناعة منتجات عالية القيمة وذلك بديلا لاستخداماتها منخفضة القيمة فى الاعـــلاف وتســـميد التربـــة وكذلك احلال البيوبلاستيك محل البلاستيك من البترول، وميزة هذه التجربة هى الاســـتفادة مـــن التقنيـــات العادية المستخدمة مع البلاستيك العادى حيث تستخدم تقنية البثق Extrusion لانتاج حبيبـــات Granules أو Pellets يمكن ان تستخدم بعد ذلك لانتاج أى منتج بلاستيك، كذلك تتميز هذه التجربة بأن الانتاج ليـــس له مخلفات حيث يعاد ضخ المخلفات ثانية فى عملية الانتاج، كما أنها تحتاج لطاقة تشغيل منخفضـــة: ٠,٣٣ كيلو وات ساعة للكيلو من الحبيبات، ومجالات الانتاج المقترحة هـــى: مســـتلزمات الحدائـــق والعبـــوات والجنازات [40] .

٦-٢-٣ مؤلفات الالياف والراتنجات Fiber-Plastic Composites

بدأ هذا الاتجاه مدفوعا بالرغبة فى ايجاد بديل للفيبر جلاس Glass fibres الشائعة الاستخدام الآن فى تسليح الكثير من المؤلفات البلاستيكية نظرا لرخص سعرها بالنسبة لاداءها [25] ، إلا أن الفيبر جلاس صعب فى التدوير Recycling وغير قابل للتحلل ولا للحريق، كما أنه يسبب حساسية فى الجلد والتنفس لكل من يتعامل معه، بالاضافة الى ارتفاع كثافته (٢,٥ جم/سم٣) مما يزيد من تكلفة نقله، هكذا بدأ ذلك الاتجاه رافعا شعار: الكتان فى مقابل الزجاج Flax versus glass والذى يدعو الى استخدام الياف الكتان والقنب والسيسال والجوت والاباكا Apaca والتى تتميز برخص ثمنها وخفة وزنها (١,٤ جم/سم٣) بالمقارنة بالزجاج وكذلك بكونها صديقة للبيئة وقابلة للتحلل، كما انها لا تؤدى الى برى Abrasion العدد خلال التشغيل ، ولما كانت المشكلة الرئيسية لهذه الخامات تتمثل فى حساسيتها للرطوبة والتحلل وعدم انتظام صفاتها الميكانيكية فلقد اجريت بحوث استهدفت تحسين صفات هذه المواد، تم فى إحداها [25]، تسخين سيقان الكتان فى أوتوكلاف لدرجة ١٦٠ °م ثم تجفيفه ووضعه تحت حرارة ١٥٠ °م مما أدى الى تسهيل فصل ألياف الكتان عن الساق وتحسين صفات الالياف . ولقد أثبتت هذه البحوث أن المؤلفات التى استخدمت فيها الياف الكتان السابق الاشارة اليها والتى سميت بالديورالين Duralin لتسليح البولى بروبلين Polypropylene والبولى استر Polyester غير المشبع تتمتع بصفات فيزيقية وميكانيكية منافسة لمثيلتها التى تستخدم الفيبر جلاس.

ولقد فتح هذا التوجه البحثى الشهية لشركات السيارات مثل Daimler Bens, Peugeot, BMW لتوجه شطرا من جهود البحوث والتطوير الى صناعة المكونات الداخلية للسيارة مثل ال Side panels, dash board, floor covering, cushions, upholstery باستخدام الالياف الطبيعية وذلك بهدف خفض نفقات الانتاج ووزن السيارة وكذلك تحقيق معيار الصداقة مع البيئة، كذلك ينفتح المجال واسعا امام هذا الاستخدام للالياف النباتية فى صناعة الأدوات الرياضية وكذلك مواد البناء مثل الارضيات والاسقف المعلقة والفواصل Partitions وحلوق الشبابيك Window frames . ومما ييسر من التوسع فى هذه المجالات سهولة التقنيات المستخدمة مثل: الكبس العادى لانتاج الواح والكبس فى اسطمبات Mouldpressing والبثق وكذلك الحقن Injection moulding [26] ، فبعد تحويل الخامة الى حبيبات بالبثق يسهل بإسلوب الحقن تصنيع السلع الخفيفة مثل : أيدى الابواب ومزاليج الاقفال، الخ .

ولقد شجعت النتائج السابقة باحثين اخرين لاستخدام مصادر اخرى للألياف الطبيعية: ففى ماليزيا اجرى بحث لاستخدام الياف عرجون نخيل الزيت فى تسليح البلاستيك Synthetic polymer وذلك لاحلاله محل الفيبر جلاس بنسب مختلفة [34] .

٦-٢-٤ صناعة مؤلفات بيولوجية Biocomposites صديقة للبيئة

يمثل ذلك الاتجاه خطوة جديدة فى تخضير الانتاج Greening وجعله أكثر صداقة مع البيئة وذلك باستخدام راتنجات من مواد طبيعية بدلا من البلاستيك المصنع من البترول. وتعتبر الحبوب -

وأشهرها – الذرة المصدر الرئيسى المستخدم للنشا Starch كراتنج حيث يتم طحن الحبوب حتى مقـاس ٠,٥ مم، ثم تخلط مع الالياف النباتية مثل الكتان أوالقنب أوالجوت أوالمثان أوالقش . أو مخلفات الاخشـاب لصناعة مؤلفات طبيعية مع اضافات لا تتعدى ١٠% لتحسين نوعية المنتج، وبالاضافة الى القابلية للتحلـل يتميز المنتج بسهولة التشغيل كالخشب وكذلك سهولة الدهان ويوضح جدول (٣) ملخصا لأهـم الخـواص الفيزيقية والميكانيكية للمنتج، ويمكن باستخدام الحقن Injection moulding تصنيع مكونات الاثـاث ، خاصة تلك الاشكال التى يصعب انتاجها بالاساليب التقليدية وكذلك لعب الاطفـال ومسـتلزمات المكـاتب وبعض الاجزاء الميكانيكية، بالاضافة الى العبوات، وهناك اتجاه فى كندا [12] ، لاستخدام الذرة كمـادة رئيسية لصناعة المنتجات التى تستخدم مرة واحدة Disposable items كأدوات الطعـام ومسـتلزمات رياضة الجولف .

جدول (٣): بيان بقيم بعض صفات مؤلفات بيولوجية [40]

Property	Value	Remark
Physical		
Density	1,4 kg/dm^3	
Diff. Measure of contraction	0,04 %	Each % change of rel. humidity
Mechanical		
Tensile strength	25 N/mm^2	DIN 53455
Modulus in tension	4700 N/mm^2	DIN 53457
Flexual strength	45 N/mm^2	
Modulus in flexure	5800 N/mm^2	DIN 53457
Screw extraction strength	150 N/mm	
Surface hardness	60 N/mm^2	DIN 53482
Electrical		
Spec. insulation resistance	> 10^{12} Ω cm	DIN 53482
Surface resistance	> 10^{10} Ω	DIN 53482

٦-٢-٥ مواد عازلة من الموارد المادية المتجددة

الفكرة فى هذا الاتجاه هو استغلال احدى خواص تلك الموارد والتىتتمثل فى ضعـف توصيلـها للحرارة، بالاضافة الى وجود طبقة شمعية على سطحها ، مما يشجع على استخدامها فى العزل الحـرارى للمنشآت بديلا عن الموارد المادية غير المتجددة . ويوضح جدول (٤) مقارنة بين الموارد المتجددة مثـل الليف Coir والفلين والبوص والقنب والكتان، الخ وبين تلك غير المتجددة من حيث الموصليـة الحراريـة

وكذلك التخانة المطلوبة للحائط الخارجي للوفاء بالمواصفة المعمول بها في هذا الصدد في هولندا. وتشـــير القيم بهذا الجدول الى أن هناك امكانية كبيرة لاستخدام الكثير من الموارد المادية المتجـــددة فـــي العـــزل الحراري للمنشآت وخاصة أن التقنيات المطلوبة لعمل الواح أو حصر من هذه الموارد بسيطة نسبيا ويمكن أن تفتح فرصا هائلة لتنمية المجتمعات المحلية التي تتوافر فيها كميات كبيرة من هذه المـــوارد: كـــالبوص والقش والليف، الخ، وحاليا لا يتعدى الوزن النسبي لاستخدام هذه الموارد في العزل: ١% [26] .

جدول (٤): مقارنة بين بعض الموارد المتجددة وغير المتجددة التي يمكن استخدامها في العزل الحراري [26]

Insulation material	Lambda (W/m.K)	Thickness (m) if R = 2.5	Density (kg/m^3)
Renewable			
Coir fibre sheet	0.040-0.045	0.10-0.11	120-150
Cellulose	0.045	0.11	35
Cork board	0.045	0.11	100
Reed board	0.045	0.11	200
Wood shavings	0.05	0.125	-
Soft board	0.06	0.15	250
Hemp (loose or pressed)	0.064-0.072	0.16-0.18	100-140
Flax board	0.08	0.20	300
Straw board	0.08	0.20	200
Wood cement board	0.09	0.22	350
Wood magnesite board	0.10	0.25	400
Shells	0.25	0.625	550
Non-renewable			
Expanded polystyrene (EPS)	0.027	0.07	30-40
Polyurethane (PUR)	0.026-0.035	0.07-0.09	30-60
Extruded polystyrene (XPS)	0.035	0.09	15-30
Rock wool	0.034-0.040	0.09-0.10	35-250
Glass wool	0.042	0.10	120-150

[R = thermal resistance (m^2. K/W)]

٧. الموارد المادية المتجددة: رؤية جديدة للصناعات الصغيرة والمتوسطة

يتنامى الاهتمام العالمي بالموارد المادية المتجددة في الآونة الاخيرة مما يمثل اتجاهـــا معاكســا لســطوة الموارد المادية غير المتجددة خلال القرن العشرين، وتمثل أوربا الريادة في هذا التوجه، ومثالا لذلك يدعم برنـــامج

الاطار المرجعى الذى بدأ تنفيذه فى فبراير ١٩٩٩ The 5th Framwork Programme (1999-2002) بواسطة الاتجاه الاوربى – البحوث فى مجال الاستخدامات غير الغذائية للمحاصيل Non-food use of crops [12] ، خاصة تلك التى تتعلق بمحاصيل الالياف لانتاج المواد للاستخدامات الانشائية Raw materials for structural uses والكلام هنا عن امكانية احلال هذه الموارد المتجددة محل الموارد غير المتجددة والأقل ترفقا بالبيئة Less environmentally benign resources ، وهذا الاحلال يجب ألا يقع فى المحاذير التى تضير بالبيئة وبالانسان: مثل الاضرار بالتنوع البيولوجى بالاسراف فى زراعة محاصيل معينة Monocrop culture والتعديل الجينى Genetic modification أو الاسراف فى استخدام المخصبات والمبيدات .

ويتزايد الاهتمام بصورة خاصة فى أوربا بنباتات الالياف الطويلة مثل الكتان والقنب Flax and hemp ، لجودة صفاتها مما ينعكس بالتالى على الصفات الميكانيكية للمنتجات المصنعة منها واللافت للنظر أن الحديث عن حتمية زيادة الاهتمام بمحاصيل الالياف فى المستقبل يأتى فى اطار التنبوء بالاعتماد عليها للوفاء بالاحتياجات من المواد العضوية فى المدى المتوسط والبعيد وكذلك التنبوء بتطور علاقات تكافل قوية بين زراعة نباتات الالياف والصناعات القائمة عليها وفى اطار تنافس متوقع مع دول العالم الثالث يكون لأوربا السبق فيه لانها لديها الميزة التكنولوجية Technological edge ! ويشار حاليا الى شركات كبيرة مثل UNILEVER تصل عمالتها الى ٣٠٠,٠٠٠ وتعتمد على الموارد المادية المتجددة بنسبة ٧٠% وتعمل بالتنسيق مع جمعية صندوق حياة العالم البرية World Wild Life Fund كنموذج مستقبلى [12] .

ومرة اخرى: ما هى الاسباب وراء هذا التوجه؟ الحديث هنا وبصراحة عن الوفاء بالاحتياجات المادية لاوربا بعد استنفاذ البترول وعن اعادة الحيوية للاقتصاد الريفى Revitalization of rural economy فى أوربا والذى لا يضم فى المتوسط اكثر من ٥,٥% من العمالة وعن فتح اسواق جديدة لمواجهة ظاهرة الكساد العالمى.

لكن ما هو النموذج المقترح للصناعة والتى يتمشى مع استخدام الموارد المادة المتجددة فى إطار التنمية المستديمة؟ تنطلق الروية الفلسفية هنا من النظر للنبات كنموذج للتكنولوجيا الناعمة Soft technology وفهم صفاته البنيوية والفيزيقية والكيميائية ومحاولة الاستفادة من فهم هذه الصفات أقصى ما يمكن فى تخليق أو انتاج المنتجات التى يتعين أن تكون عضوية ما امكن حتى يمكن اعادتها الى الدورة الطبيعية ما أمكن والصناعة اذا تبدأ بفهم امكانية المورد للنبات Resource potential of the plant باعتباره نسقا طبيعيا وجزء – فى نفس الوقت – من النسق الايكولوجى الاكبر والوظائف التى يقوم بها النبات فى اطار النسق الأم وادراك المنطق الكلى المعقد للنبات Sophisticated and complex holistic system وبناء الصناعة وفقا لنفس هذا المنطق . وهذا يتأتى إما بإنشاء مجمع صناعى ضخم يقوم بالعديد من الوظائف الانتاجية أو مجموعة من المصانع الصغيرة فى منطقة جغرافية معينة . والحل الثانى هو المرشح مستقبليا لأنه يتمشى مع التنمية المستديمة . لكننا نتكلم هنا على صناعات صغيرة ذات طبيعة مختلفة Bionetic [1] تتكامل فى اطار مفهوم النطاق البيولوجى Bioregion [1] والذى يوفر

Bio تعنى الاهتمام بالحياة الطبيعية وبدعم الانساق الايكلوجية،

Net تعنى أنها مرتبطة بشبكات: سواء فى توفير الموارد أو فى كافة انشطتها .

IC تعنى ان تكنولوجيا المعلومات والاتصالات سوف تلعب دورا كبيرا فى نجاح هذه المنشآت:محليا واقليميا ودوليا.

السباق العضوى للانتاج الزراعى والصناعى والاستهلاك المستديم، وفى هذا السياق سوف تشترك مجموعة متكاملة من الصناعات الصغيرة والمتوسطة، كما هو موضح فى شكل (١٠) فى الخدمات المختلفة وفى الموارد مما يمثل منطقة اقتصادية Economic zone تعمل فى اطار التنمية المستديمة [12] .

٨. خاتمة

يقول مثل يابانى شهير : "رؤية بلا عمل: احلام يقظة وعمل بلا رؤية: كابوس"، **وفى اطار موضوع الورقة فإن المثل السابق يدفعنا لأن نسأل انفسنا الاسئلة التالية:**

- هل نحن المصريون أصحاب خبرة فى الزراعة تؤمن لنا وضعا تنافسيا عالميا فى الاستخدام الصناعى للموارد المادية المتجددة ؟
- وهل لنا استراتيجية قومية للتعامل مع هذه الموارد، فى اطار التنمية المستديمة -- خاصة مع قرب انعقاد مؤتمر Rio + 10 فى عام ٢٠٠٢ فى جوهانسبرج فى قارتنا الافريقية؟
- وهل لدينا خطط لترجمة هذه الاستراتيجية فى واقعنا العملى وصولا للمحليات وشركات القطاع الخاص والمواطنين؟

هذه الاسئلة أوجهها للسادة المشاركين فى المؤتمر، لكننى أسمح لنفسى بعدة مقترحات:

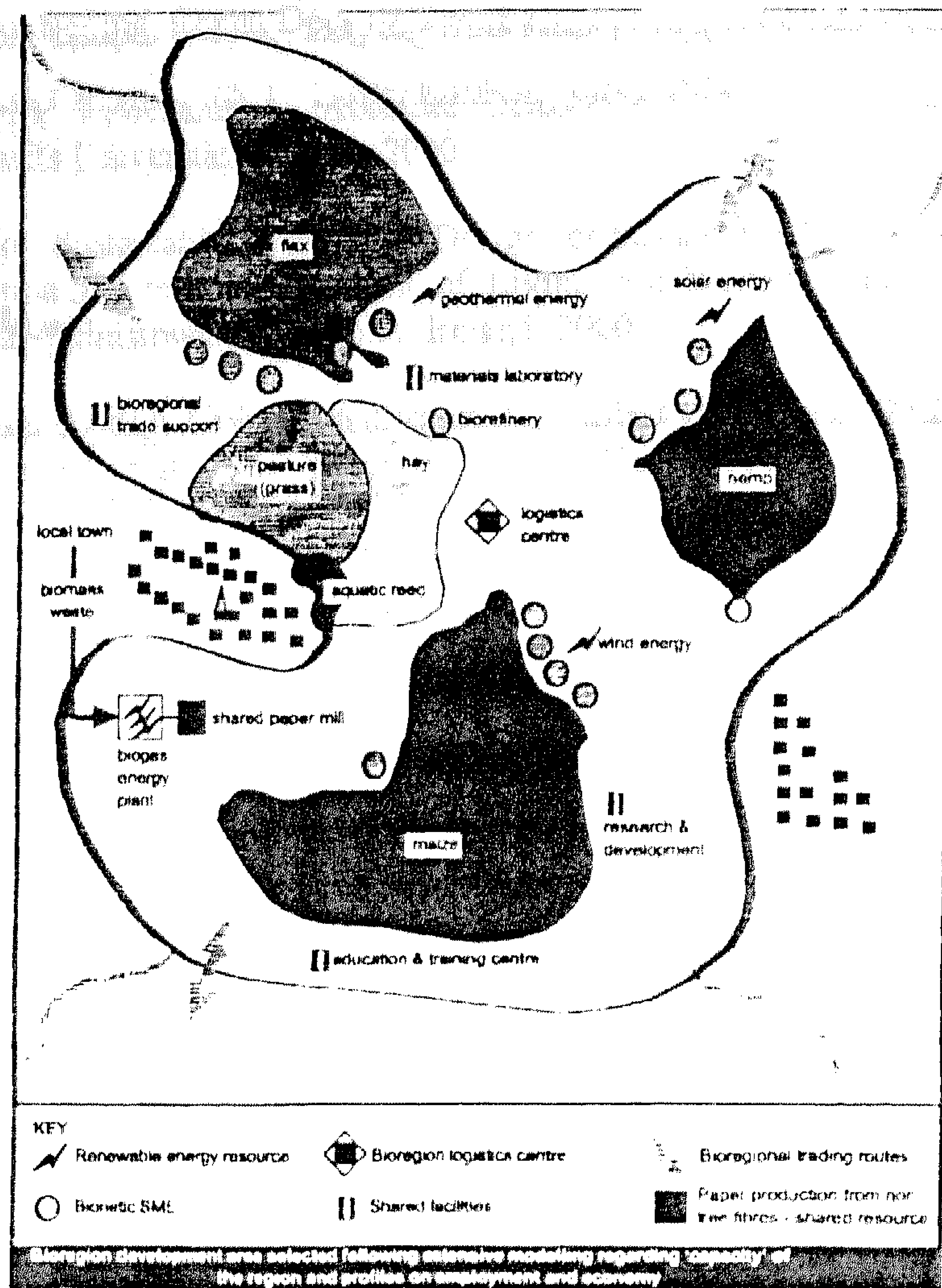
١. الدعوة لمؤتمر قومى لوضع استراتيجية للتعامل مع الموارد المادية المتجددة خاصة "المخلفات" (البواقى) الزراعية والتى يتوافر منهما سنويا ٤٠ مليون طن (وزن جاف) فى مصر و ٥٠٠ مليون طن فى العالم العربى [1] ، والتى تتميز برخص الثمن ومحدودية الأثار البيئية: فأنت لا تزرع قش الارز أو حطب القطن – وبالتالى نفس كميات المبيدات والمخصبات ونفس تكلفة الزراعة .

٢. انشاء موقع على الانترنت Internet Website لتسهيل تبادل المعلومات عن الكميات المتوفرة من الموارد المادية المتجددة (محليا – اقليميا – عالميا) وخواصها المختلفة وكذلك نقل التكنولوجيا عن انسب اساليب تداولها وتصنيعها مما يدفع بقوة جهود التنمية المستديمة .

---

[1] يمكن تعريف النطاق العضوى، Bioregion بما يلى :

"... is the dominant political paradigm that allows social and economic growth within the carrying capacity of the land while being supplemented by inter-Bioregional trade. Nation states have given way to region states that have situated themselves with the necessary critical mass to be self-reliant and prudent regional traders. Bioregionalism is not utter self-sufficiency or the end of trade, but a self-reliance in basic provisions for reasons including community security, ecological sustainability and personal fulfilment. While not abjuring material comfort, most Bioregionalists advocate some level of voluntary simplicity; viewing modern consumerism as evidence of a spiritual world left by the shattering of human communities and their connection with nature. Restoration of community life within the greater community of nature is the core goal of Bioregionalism"[12].



شكل (١٠) : نموذج النطاق البيولوجي Bioregion، [12]

٣. توفير دعم قوى لبحوث الاستخدامات الصناعية للموارد المتجددة خاصة انها تعتبر ساحة بكـر للبحـوث والتطبيقات الهندسية .

٤. مطالبة الدولة بدعم المحليات فى جهود تداول وتخزين ونقل "المخلفات" (البواقى) الزراعية.

٥. تشجيع انشاء الشركات الصناعية خاصة الصغيرة والمتوسطة التى تهتم بانتاج منتجات صديقة للبيئة مـن الموارد المادية المتجددة شريطة أن يتفق نشاطها الانتاجى مع التنمية المستديمة .

٦. تشجيع انشاء الجمعيات الاهلية فى مجال نشر الثقافة العلمية والتكنولوجية المتعلقة بالاسـتخدام المسـتديم للموارد المادية المتجددة وكذلك فى مجالات الحفاظ على البيئة والانتاج .

٩. المراجع

٩-١ المراجع العربية

١. حامد ابراهيم الموصلى، استخدام المخلفات الزراعية فى الصناعة ، دورة معالجـة المخلفـات الصناعيـة واعادة تدويرها، جمعية المهندسين الميكانيكيين، ابريل ، ٢٠٠٠ .

٢. حامد ابراهيم الموصلى، التكنولوجيا والحضارة والبيئة: نظرة مستقبلية، المؤتمر الثـانى عشـر للهندسـة الميكانيكية، الصناعة والخدمات فى ظل العولمة والجات، فندق فلسطين – المنتزة – الاسـكندرية – ١٠-١٣ مارس ، ١٩٩٩ .

٣. شكرى ابراهيم سعد، نباتات مصر القديمة، اكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، سلسلة نحن والعـالم، ٤، ١٩٩٨.

٩-٢ المراجعة الاجنبية

4. Bach, L. Structural Board Made of Straw. 33rd International Particleboard & Composite Materials Symposium, Washington State Univ., Pallman, USA, 12-15 April, 1999.

5. Behage, J. Development of Durable Goods, Packaging and Disposables with Advanced Materials Based on Renewable Resources. Workshop: Pioneer Industries on Sustainable Renewable Resource Use. Conference: Challenges of Sustainable Development, Amsterdam, 22-25 Aug., 1996.

6. Bendell, J. Civil Regulation: a New form of Democratic Governance for the Global Economy, Terms for Endearment. Business, NGOs and Sutainable Development, Jem Bendell, Greenleaf Publishing Ltd., UK, 2000.

7. Breton, A. Efficiency and Sustainability in "Renewable Resource Use. Conterence Organized by Wirtshafts Universtät, Vienna, 2000.

8. Brian MLEOD. Panel Source International. Dawn in the grain forest. Straw Board, Proceedings of the Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society, Winnipeg, Manitoba, May 19-20, 1999.

9. Charter, M. Draft Discussion Paper. Sustainable Product Development and Design. The Centre for Sustainable Design, UK, 1998.

10. Chowdhury, M.Y. Physical and Chemical treatments of bamboo for strength and durability. Bamboo and its uses. International Symposium on Industrial Use of Bamboo, Beijing, China, Dec. 1992.

11. Cogoy, M. Two Routs to Absolute Dematerialization. Conference Organized by Wirtschafts Universtät, Vienna, 2000.

12. Crops for Sustainable Enterprise. Design for Sustainable Development. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Wyattville Road, Loughlinstown, Co. Dublin, Ireland, 2000.

13. Date Palm Midrib Utilization Project Final Report. Center for Development of Small-Scale Industries in callobration with IDRC, Faculty of Engineering, Ain-Shams University, Cairo, October 1995.

14. Donald E. Lengel, PE AG-Fibers: they look like fibers-they act like fibers. Why not make fiberboards? Straw Board, proceedings of the Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society, Winnipeg, Manitoba, May 19-20, 1999.

15. El-Mously, H.I., Megahed, M.M. and Rakha, M.M. Agricultural Residues for Particleboard Production: A Case Study on Cotton Stalks. Proceedings of the Seventh Cairo University International MDP Conference, Cairo, Egypt, 15-17 Feb., 2000.

16. El-Mously, H.I. Introduction to the Workshop: Inventing and Refining Sustainable Technologies and Services. International Conference: Challenges for Science and Engineering in the 21st Centory, Stockholm, Sweden, 14-18 June, 2000.

17. El-Shabasy A.B and El-Mously H.I., Study of the variation of tensile strength across the cross-section of date palm leaves' midrib. Proceedings of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Vol 4, Characterization and Production/Design, Maastricht, 21-23 1997.

18. Green-Tech Newsletter, Vol. 1, No. 1, Feb., 1998.

19. Helmut, H. and F. Krausmann. From Wood and Rye to Paper and Beef: Changes in the socio-Economic Biomass and Energy Metabolism during 200 years of Industrial Modernization in Austria. Conference of Wirtschafts Universität, Vienna, 2000.

20. INBAR news magazine, Vol. 7, Issue 1, April 2000.

21. Materials Congress, 2000: Call for papers, 12-14 April, 2000.

22. Maylor, R. Pioneering the Production of Oil Palm MDF. Dyno Resin Technology, No. 1. 1999.

23. Megahed, M.M. and H.I. El-Mously. Anatomical structure of date palm leaves' midrib and its variation across and along the midrib, IUFRO XX World Congress, August 6-12, 1995, Tampere, Finland.

24. Our Common Future, Brundtland Commission, World Commission on Environment and Development, 1987.

25. Pott, G.T. and Others. Upgraded Flaxfibres as Reinforcement in Polymer Composites. Exhibition of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Maastricht, 21-23 April, 1997.

26. Renewable Resources for Material Purposes: An Overview of Options. UNEP-WG-SPD, 1995.

27. Roger M. Rowell, Opportunities for lignocellulosic Materials and Composites. Proceedings of symposium: Engineering technologies for materials and chemicals from biomass, Aug., 1990, Washington, DC. Washington, DC: American Chemical Society, 1992.

28. Segger, M.C. Sustainable Consumption: the Challenge for the Coming Generation. Industry and Environment, Vol. 22, No. 4, Oct. - Dec. 1999.

29. Shen, Z.R. On Development of Bamboo Industry in Continental China. Bamboo and Its Uses. International Symposium on Industrial Use of Bamboo, Beijing, China, 7-11 Dec., 1992.

30. Shuen. C.W. and others. Relationships between anatomical characteristics and permeability properties in Taiwan grown bamboo species. Bamboo and its uses. International symposium on industrial use of Bamboo., Beijing, China, Dec., 1992.

31. Sustainable Use of Renewable Material Resources for Material Purposes. A Conceptual Approach. UNEP-WG-SPD, 1995.

32. Sustainable Technology Development, Greenleaf Publishing, gleaf. Info@easynet.co.uk, 28 March 2000.

33. Taysseer A.M., H.I. El-Mously and M.M. Megahed. A new lumber-like product from date palm leaves' midribs. Proceedings of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Vol. 4 Characterization and Production/Design, Maastricht, 21-23 April, 1997.

34. Teoh, H.C. and others. Sheet Moulding Compounds Based on Palm Fruit Pressed Fiber. Producings of the 3rd National Seminar on: Utilization of Oil Palm Tree and other Palms, Kuala Lampur, 27-29 Sep., 1994.

35. The Alternate Panel Report. Estimating Biomass Resources. Vol. 1, Issue 11, Nov., 2000.

36. The Alternate Panel Report. Special Feature: Part I: The Alternates Panel Market-A Major Review. Vol. 1, Issue 12, Dec., 2000.

37. The Alternate Panel Report. Special Feature: Part II. The Alternate Panel Market-A Major Review. Vol. 2, Issue 1, Jan., 2001.

38. Vooijs, H. Bioplastics from Agricultural Waste, A Sustainable Consumption Cycle. Workshop: Inventing and Refining Sustainable Technologies and Services. International Conference: Challenges for Science and Engineering in the 21st lentory, Stockholm, Sweden, 14-18 June, 2000.

39. Weenen, Hans Van, Towards Sustainable Product Development. The 1st European Roundtable on Cleaner Production, Graz, Austria, 16-18 Oct., 1994.

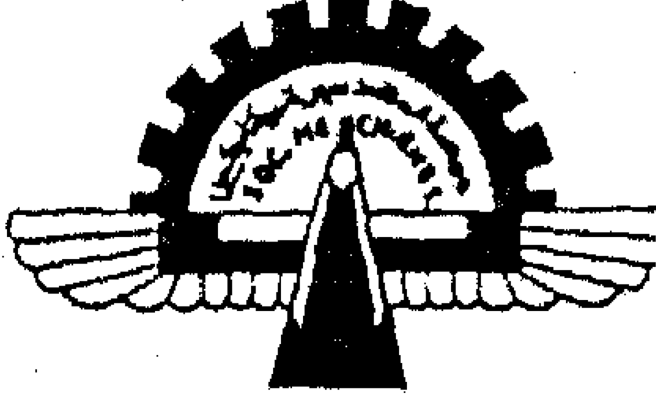
40. Wimmer, R. Status of Research and Development on the Replacement of Conventional Plastics by Agriculture Waste Using Injection Moulding. Workshop: Pioneer Industries on Sustainable Renewable Resource Use. Conference: Challenges of Sustainable Development, Amsterdam, 22-25 Aug.,.

41. XILON International. Particleboard from Rice Straw., VIII, No. 83, Jan., 1995.

42. Yamamoto, R. Manifesto of Ecodesign, Closing Remarks of ecodesign'99. Conference Ecodesign'99. Tokyo, Japan, 1-3 Feb., 1999.

43. Zoolagud, S.S. and K.A. Kushalapa. Development of Ecofriendly Panel Products. Conference: Challenges of Sustainable Development, INES, Amsterdam, 22-25 August, 1996.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية

1/4

الجر الكهربائى بسكك حديد مصر - مواقع وموانع استخداماته وامكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

أستاذ دكتور / محمد عبد الفتاح طلحه

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

٢٨ - ٣١ مارس سنة ٢٠٠١

فندق هلنان فلسطين بالاسكندرية

الجر الكهربائى بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وإمكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

بقلــــم

أستاذ دكتور مهندس / محمد عبد الفتاح طلحه

أستاذ وأستشارى السكك الحديدية وهندسة النقل

ملخص البحث

إن أستخدام الجر الكهربائى بخطوط السكك الحديدية أمر مستحب ويسعى إليه علماء السكك الحديدية والنقل والبيئة والاقتصاد والسياحة ورجال الأعمال . ويكون أمرا أكثر أقتصادا وقبولا إذا ما صاحب ذلك استخدام الشبكات الكهربائية والقاطرات الكهربائية التى تستمد طاقتها من شبكة هوائية أو غير ذلك بشرط أن تكون تكاليف أنتاج الطاقة ونقلها الى أماكن أستهلاكها رخيصة وآمنة.

وتعتبر سكك حديد مصر من أوائل الدول - كعهدها فى إنشاء خطوط السكك الحديدية - حيث أنها قامت بإنشاء أول خط سكة حديد بها عام ١٨٥٢ أى منذ حوالى ١٥٠ سنة كما أنها قامت بتشغيل أول خط سكة حديد كهربائى لنقل الركاب منذ عام ١٩٥٦ على خط باب اللوق - حلوان - منذ حوالى ٤٥ عاما - وسنفرد لهذا الموضوع بابا خاصا به. كما أنها من الدول التى تستخدم الديزل الكهربائى فى تشغيل خطوطها وهذا النوع من قاطرات الديزل الكهربائى له نفس خاصية تشغيل القاطرات الكهربائية فيما عدا طريقة الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل هذه القاطرات الديزل الكهربائية وسنوضح ذلك تفصيلا فى سياق البحث. كما أن هذه الدراسة ستوضح المواقع التى يتفوق فيها الجر الكهربائى عن طريق الشبكات الهوائية أو القضيب الثالث كما سنوضح الأماكن والعوائق التى تحول دون ذلك وقد توصل البحث فى نهايته الى أن الفوائد التى سيوفرها

إستخدام الجر بالقاطرات الكهربائية بخط مصر - الإسكندرية لن تساعد على زيادة السرعة على الخط أو تزيد من كفاءة التشغيل لا سيما وأن هناك معوقات كثيرة موضحة بالبحث. هذا بالإضافة الى أن نظام الإشارات المستخدم حاليا على خط مصر -الإسكندرية ما زال به طاقة كافية لمقابلة التوسع فى زيادة عدد القطارات الشغالة على هذا الخط.

هذا وقد أوضح الباحث المناطق التى يمكن البدء فى تطبيق نظام الجر الكهربى بها والتى تشمل خطوط النقل الجماعى داخل المدن الجديدة وبعض الخطوط الفرعية الأخرى والتى لا توجد بها معوقات للجر الكهربائى. كما أشار الى الدراسات السابق أن قام بها عن إنشاء خط سكة حديد سريع بين القاهرة والإسكندرية مارا بالمدن الجديدة عبر الصحراء الغربية وعرض هذا البحث فى المؤتمر الثانى عشر الذى عقد عام ١٩٩٩ فى نفس المكان لا سيما وأن الدوافع لإنشاء هذا الخط ما زالت تتزايد يوما بعد يوم .

كما أن الباحث يؤكد أن الخبرة المصرية المتكاملة وعلى الأخص لدى رجال السكك الحديدية والممثلة فى مكاتب الخبرة الإستشارية هم أقدر الناس على القيام بهذه الدراسات وهم أكثر الناس علما بظروف بلادهم وأمكانياتها.

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
فندق هلنان فلسطين بالإسكندرية
٢٨ - ٣١ مارس سنة ٢٠٠١

الجر الكهربائى بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وإمكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

بقلـــــم

أستاذ دكتور مهندس / محمد عبد الفتاح طلحه
أستاذ وأستشارى السكك الحديدية وهندسة النقل

١ - المقدمة : -

تقدم جهاز تخطيط الطاقة بدراسة عن " كهربة نظام الجر بسكك حديد مصر (دراسة أوليه) "[١] وقدم هذا التقرير النهائى لهذه الدراسة فى ندوة علمية بالمعهد القومى للنقل فى سبتمبر سنة ١٩٩٩ وأوضح أن هذه الدراسة أوليه عن جدوى التحول من نظام الجر بقاطرات الديزل الى نظام الجر بإستخدام قاطرات كهربائية تستمد طاقتها عن طريق شبكة هوائية. كما أوضح هذا التقرير أن دراسة جدوى كهربة الجر بالسكك الحديدية يمثل نقطة تحول فى تاريخ سكك حديد مصر.

وقد ترددت كثير من الآراء والنشر بالصحف عن كهربة خط القاهرة - الإسكندرية وتشغيله بوحدات جر كهربائية وتشغيل قطارات فائقة السرعة تصل سرعتها الى ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة ويقطع المسافة بين القاهرة و الإسكندرية فى أربعين دقيقة .

كما ذكر أيضا فى كتيب عن سكك حديد مصر وخطط تطويرها صدر فى أكتوبر ٢٠٠٠[٢] أن السكك الحديدية تتجه الى تطوير خط السكة الحديد الذى يربط محطة الإسكندرية بمدينة برج العرب مرورا بمحرم بك هو أمر منطقى لإنشاء وسيلة نقل سريعة ومباشرة تربط منطقة برج العرب بمدينة الإسكندرية ويتم هذا التطوير بتحويل الجر على هذا الخط الى جر كهربائى ونظام إشارات كهربائية تحقق رحلة لا تزيد على أربعين دقيقة بين برج العرب الى وسط المدينة (الإسكندرية). كما أوضحت أن تكلفة هذا المشروع قد يصل الى ٩٠٠ مليون جنية ويتم تنفيذه بنظام الإدارة المشتركة مع مستثمري المنطقة. (صـ ١٣) كما أوضحت أن وزارة النقل تخطط

الى التحول من نظام أستخدام الجر بقاطرات أو وحدات تعمل بالديزل أو السولار الى نظام الجر الكهربى وإنشاء شبكة هوائية فوق الخطوط الحديدية تمد القاطرات بالطاقة اللازمة للجر(صـ ١٣).

كما أن الهيئة تنوى أن تقوم بإدخال خدمة القطار فائق السرعة لتتم عملية ربط شمال الدلتا بجنوب الوادى بقطارات فائقة السرعة تسير بسرعة ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة. ومن المخطط أن يتم إنشاء هذا الخط السريع ليربط الإسكندرية والقاهرة عبر الصحراء الغربية ثم يمتد جنوبا مخترقا الصحراء الغربية الى أسيوط وسوهاج وقنا والأقصر ثم الى أسوان (صـ١٤).

هـذا وقد وضح من المقارنة التى قام بها جهاز تخطيط الطاقة أنها شملت مقارنة قاطرة الديزل (العادية) بالقاطرة الكهربائية ولم تشر الدراسة الى المقارنة مع الديزل - الكهربائى وهو النوع الشائع الأستخدام فى سكك حديد مصر وعلى الأخص بالخطوط الدرجة الأولى والسريعة .

لهذا فقد وجدنا أنه من المناسب أن نستعرض الفرق بين القاطرة الكهربائية والقاطرة الديزل والقاطرة الديزل- الكهربائى. وقد تبع ذلك شرح لأنواع قاطرات الجر المختلفة مستندين الى بعض المراجع العلمية فى هذا المجال[٣].

٢ - <u>الفرق بين القاطرة الكهربائية وقاطرة الديزل وقاطرة الديزل الكهربائى</u>

إن المقارنة التى قام بها جهاز تخطيط الطاقة عن موضوع " نظام الجر بسكك حديد مصر" كما ذكر فى التقرير النهائى (سبتمبر ١٩٩٩) [١] عن الدراسة الأولية لهذا الموضوع لم تكن عادلة تماما فقد قام جهاز هيئة تخطيط الطاقة بعمل المقارنة بين الجر الكهربائى (بأستخدام القاطرة الكهربائية) والجر بالديزل مشيرا الى أن قاطرة الديزل هى وسيلة الجر الأساسية بسكك حديد مصر وأوضح الأتى * " تتنوع أستخدامات السكك الحديدية من أنواع قوى الجر للاستخدامات المختلفة وتعتمد أساسا على السولار كمصدر رئيسى لطاقة الجر اللازمة لتشغيل قطارات الركاب والبضائع . كما أنها تستخدم أيضا الكيروسين كمصدر لطاقة الجر لوحدات الديزل التوربينى التى تعمل على خط القاهرة الإسكندرية، وذلك بخلاف قطارات الضواحى بخطى مترو الأنفاق التى تعتمد على الطاقة الكهربائية."
(ص م/٢)

هذا ولم تشر الدراسة عند المقارنة الى الجر بقاطرة الديزل الكهربائية وهى أكثر القاطرات أستخداما فى سكك حديد مصر فى الخطوط الطوالية وأكتفت الدراسة بمقارنة قاطرات الديزل وهى الأكثر أستهلاكا للسولار والكيروسين ولكى تكون الدراسة واقعية وشاملة لأنواع القاطرات التى ستكون موضعا للتقييم الأقتصادى فأن الأمر يتطلب الإلمام بخصائص القاطرات المعروفة فى تشغيل السكك الحديدية.

٣ - أنواع قاطرات الجر.

يمكن تقسيم قاطرات الجر الى الأنواع الآتية :

١ - القاطرة الكهربائية — Electric Locomotive

٢ - القاطرة الديزل — Diesel Locomotive

٣ - القاطرة الديزل - الكهربائى — Diesel - Electric Locomotive

ولكل من هذه الأنواع لها خاصيتها الخاصة لأمدادها بالوقود والحصول منها على طاقة التشغيل للحصول منها على قوة الجر اللازمة D. B. P. (Draw - Bar Pull) والتى يمكن الاستفادة بها فى الجر.

هذا وقد أرفقت مع هذا ثلاث صفحات ضوئية من مرجع علمى باللغة الإنجليزية عن هندسة السكك الحديدية كتبه الأستاذ Prof. W.W. Hay والذى افرد فيه بابا مستقلا عن كلا من هذه النوعيات وذلك ليكون مرجعا فى هذا المجال[١].

CHAPTER

8

ELECTRIC LOCOMOTIVES

LOCOMOTIVE TYPES AND EQUIPMENT

1. General types. Of the several ways in which electric locomotives may be classified, one of the most frequently used and useful is by the type of traction motor. The commonest of these are the d-c motor, the single-phase a-c series motor, split-phase a-c system with a three-phase a-c motor (only a few such systems in the United States), and a single-phase motor-generator combination. In each of these types or systems, current is drawn from an overhead wire or from a third-rail conductor, which in turn is energized through substation and transformer units from a central transmission system and generating plant. The line current goes directly to the motor in the first three types. In the motor-generator unit, line current is used to run a motor-driven generator. The generator in turn develops current for the traction motors. A recent development still in an experimental stage is the use of alternating line current to drive d-c motors. The line current is rectified by mercury arc rectifiers or ignitrons mounted in the locomotive.

CHAPTER

9

DIESEL-ELECTRIC LOCOMOTIVES

COMPONENT PARTS

1. The diesel engine. A diesel engine is a form of internal-combustion engine using the heat of compression to fire the fuel mixture instead of an electric spark, as in the more common gasoline motor. In addition to the cylinders and pistons connected by cranks to the main or drive shaft, there must be a means of injecting the fuel into the cylinders for ignition at the time of maximum compression. For the modern method of "solid" or direct injection, an atomizing injector nozzle and individual plunger pump must be included among the essentials. This combination then functions as a 4-cycle engine, the stages of operation being (1) compression, (2) ignition and expansion (the power stroke), (3) an exhaust stroke forcing the burned gases out through valves in the head of the cylinder, and (4) a return stroke drawing in fresh air through the same valves in the cylinder head.

A 4-cycle engine locomotive using this operating sequence was placed in switching service in 1925. Its size was useful in giving the additional weight on drivers necessary for the maximum adhesion and tractive effort so desirable in switching service. The early 4-cycle engine was too heavy and inefficient for road freight and passenger service. Successful development of a 2-cycle engine was necessary to bring the diesel into general use. Such was the engine exhibited at the Century of Progress in 1933. An essential to a 2-cycle engine is a method of introducing fresh air into the cylinders and exhausting the burned gases. These functions are provided by a so-called scavenging pump with ports in the cylinder walls serving both as air intake and burned gases exhaust. (Some designs have exhaust ports in the cylinder head.) The two-stroke cycle is made up of (1) an intake-compression and (2) a power-exhaust stroke giving approximately twice the power of a 4-cycle engine for the same weight. The scavenging pump also overcomes power losses which result from lowered atmospheric pressure at high altitudes, thus performing a supercharging function.

The most important part of the diesel mechanism is the fuel-injector unit. Development of such a unit was necessary to eliminate the heavy

rate complete unit for each cylinder. The pump must measure the fuel with precise accuracy and deliver it at a definite moment and for a definite period of time to the ignition nozzle. About 0.03 oz is thus measured per compression stroke. Ignition takes place when the cylinder pressure reaches 600 psi at a temperature of 1000°F. The ignited fuel burns, raising the cylinder pressure an additional 200 to 300 psi. The pump must thus be able to inject fuel against the cylinder pressures. However, to force the oil through the small orifice openings of the injector tip in an atomized spray, pressures of 15,000 to 20,000 psi are used.

The injector nozzle delivers the fuel pressurized by the pump into the cylinder in atomized form through an orifice or a pintle bottom in the nozzle. Clearances as low as 0.000025 in. are observed in manufacture, yet the injector must be rugged enough to retain a fine adjustment. Any misadjustment or dripping will lead to a marked loss in efficiency.

2. Electric coupling. The diesel engine is a constant-torque, constant-speed machine, with little or no overload capacity. Some form of transmission is necessary to reduce the high engine speeds to those suitable for locomotive drive wheels and to obtain flexibility of control. Mechanical transmission has not possessed the strength or flexibility necessary for road and heavy, high speed switching service. Electric coupling has proved satisfactory and is the standard system now in use. An electric generator is set on the diesel engine shaft and furnishes current to drive the electric motors which are geared to the driving axles. The diesel-electric locomotive is essentially an electric locomotive with a self-contained power plant.

3. Generators. The self-excited, shunt-wound generator is most commonly used in diesel-electrics. By varying the field current the generator is able to operate at full diesel engine capacity without overloading or underloading. In a self-excited generator, residual magnetism permits initial operation. A portion of the current thus produced is shunted through the field coils, increasing both the magnetizing current and the current output. Current for separate excitation is taken from a storage battery or mechanically driven exciter unit. The generator output and load imposed on the prime mover can be regulated by controlling the excitation current.

4. Starting systems. An external starting torque must be provided since the diesel engine at zero speed has zero torque. A gasoline engine may be geared to the shaft. Most modern road engines, using a storage battery as current source, operate the generator as a motor to turn the shaft and provide initial compression.

ومن هنا يتضح أن قاطرة الديزل الكهربائى هى قاطرة كهربائية مزودة بمحطة تحويل كهربائية مركبة فوق عربة القاطرة وهى تتمتع بنفس خصائص تشغيل القاطرة الكهربائية تقريبا من ناحية معدل زيادة السرعة (Acceleration) أو معدل تخفيضها (Deceleration) وكذلك زمن ومسافة الرباط. (Braking - Distance and Braking Time)

هذا وقاطرات الديزل الكهربائى تكون جاهزة للخدمة بنسبة ٩٠ - ٩٥% مقارنة بقاطرات البخار وهى نفس النسبة التى تتمتع بها القاطرات الكهربائية .

ويقول الأستاذ Prof. W.W Hay أن مزايا كل من القاطرة الكهربائية والقاطرة الديزل الكهربائية تتلخص فى الأتى : -

١ - ثبات القدرة الحصانية (Constant Horsepower) وقدرة كل منهما على أن تنتج أقصى طاقة عند كل السرعات.
٢ - أكتساب معدل تزايد السرعة وخاصة عند السرعات البطيئة أو التهديات. (Acceleration)
٣ - القدرة على مقاومة بدء حركة المسير وسلاستها. (Starting Resistance)
٤ - مرونة التشغيل وسهولة أداء الخدمات. (Flexibility)

وبمعنى أخر فأن التشغيل بالقاطرة الكهربائية لا يختلف عن القاطرة الديزل الكهربائى وكلتيهما تؤديان نفس الغرض المطلوب.

٤ - نتائج دراسات جهاز تخطيط الطاقة.

- لقد أوضحت نتائج الدراسة التى قام بها جهاز تخطيط الطاقة أن كهربة خط مصر - إسكندرية وتشغيله بالجر الكهربائى سيوفر حوالى ٢٠% من تكاليف التشغيل الحالية.

- الوفر فى مادة السولار مما يتيح فرصة تصدير كمية كبيرة من السولار الى الدول الأجنبية.

- إمكانية زيادة سرعة مسير القطارات الكهربائية الى ٢٠٠ كيلو متر / ساعة مما ينتج عنه تخفيض كبير فى زمن السفر (صـ ١٤) .

- أكدت الدراسة ان هذا المشروع (كهربة الجر) سيؤدى الى تحقيق عائد مالى وأقتصادى (صـ ١٢٩).

- أوصت الدراسة بإعادة النظر فى تسعير السولار بما يحقق تحول جزء من حجم حركة النقل على الطرق البرية الى السكك الحديدية وعلى الأخص منقولات البضائع التى يصل نصيب النقل البرى منها الى ما يزيد عن ٩٠% من أجمالى المنقولات نظرا لأن السكك الحديدية هى الأقل كلفة وأستهلاكا للوقود (صـ١٣).

- أوصى التقرير الى الحد من الطلب المتنامى للأستثمارات اللازمة للتوسع فى شبكات الطرق مع خفض تكاليف صيانتها.

- هذا وقد أوضحت الدراسة أن تحسين الخدمة عن طريق زيادة السرعة وتخفيض زمن الرحلة كثيرا وتقليل فترات التقاطر بين القطارات كلها عوامل تؤدى الى أجتذاب جزء من حجم الحركة على الطرق مما يزيد إيرادات التشغيل بالسكة الحديد.

جدير بالذكر أن هذه الدراسة لم تتعرض بالتفصيل الى البنية الأساسية الحالية للخط ومدى مواءمتها لأستقبال كهربة الجر على هذا الخط من عدمه وسنذكر بعضا من هذه المعوقات أو العوائق التى تؤثر سلبا على الفائدة التى ترتجى من كهربة الخط.

٥ - العوائق التى تحد من كهربة الجر على خط القاهرة - الاسكندرية .

إن السرعة التصميمية للتشغيل على هذا الخط تبلغ ١٤٠ كيلو مترا فى الساعة بينما السرعة الحقيقية للتشغيل تصل الى ١١٠ كيلو مترا فى الساعة ويرجع هذا الى الأسباب الأتية : -

١ - وجود عدد من المنحنيات أوالكبارى غير مصرح للمسير عليها إلا بسرعة بطيئة قد تصل فى بعضها الى ٣٠كيلو مترا فى الساعة وبعضها الى ٥٠ كيلو مترا فى الساعة هذا بالإضافة الى بعض التهديات التى تؤدى الى تخفيض السرعة الى ٨ كيلومتر/الساعة والتى تركب على السكة فى أماكن تنفيذ بعض أعمال التجديدات أو الصيانة.

٢ - إن الفدو الحالى بين الخطين الطالع والنازل هو ٢,٠٠ متر وقد أنشى وأستقر على هذا الوضع منذ إنشاء هذه الخطوط وأزدواجها بحيث أنه يحدث حاليا عندما تسير القطارات بسرعات تصل الى ١٢٠ كيلو مترا فى الساعة وعندما تتقابل هذه القطارات يتحطم بعض زجاج الوحدات بسبب تفريغ الهواء وقلة الفدو بين السكتين (أى بين القطارين السائرين فى أتجاهين متضادين).

ومن هذا المنطلق فانه لا يمكن السماح للقطارات بمسير بسرعات أكبر مما هو محدد لها الآن إلا إذا تم توسيع الفدو وهو المسافة بين السكتين الطواليتين ليصبح ٢,٧٥ متر أو ثلاثة أمتار بدلا من الفدو الحالى وهو ٢,٠٠ متر وهذا أجراء مستحيل تنفيذه على وجه اليقين لأنه سيتطلب تعريضا للجسور أولا وإزالة بعض أرصفة المحطات وربما هدم مبانى المحطات نفسها وإعادة بنائها على البعد (الفدو) الجديد.

كما يقتضى الأمر تغيير مواقع المفاتيح و التحاويل والسيمافورات وأكشاك البلوكات تغييرا شاملا . كما يلزم أيضا أستبدال المفاتيح والتحاويل وأستبدالها بأخرى ذات زوايا أنفراج صغيرة قد تصل الى ١/٧٢ أو ١/٦٠ مع أستبدال تقاطعات هذه المفاتيح والتحاويل بابر متحركة بدلا من التقاطعات وذلك بدلا من الوضع الحالى الذى تستخدم فيه تحاويل ١/١٨ أو حتى ١/٢٠.

٣ - إن أبعاد الجبارين الرأسية للمنشآت الثابتة فوق خطوط السكة فى مناطق الكبارى أو الأنفاق قد لا تسمح بتركيب الشبكات الهوائية مع الاحتفاظ بالبعد الرأسى الذى يكفى لحركة البانتوجراف الذى ينقل الطاقة الكهربائية الى الوحدات المتحركة أو مقاييس الشحنات الرأسية.

٤ - أن إعادة تخطيط السكك لمحاولة التغلب على الصعوبات الطبيعة - من ناحية الكبارى والمنحنيات ومرور خطوط السكة الذى أصبح يخترق الكتل السكانية على الجانبين وفى معظم المحطات - أصبح أمرا باهظ التكاليف وإجراءات نزع الملكية لا يلقى قبولا من المواطنين وتحتاج الى وقت طويل بالإضافة الى تكاليف تجديد خطوط السكة حول هذه المناطق وأستبدال طبقات التزليط وتدعيم الجسور.

٥ - إدخال بعض التعديلات على نظم الإشارات وحمايتها من تداخل التيار الراجع لتشغيل الوحدات الكهربائية والتيار الذى يغذى الدوائر الكهربائية الخاصة بأجهزة الإشارات.

٦ - أن نظام الإشارات الحالى مصمم على أساس سير القطارات على الموجة الخضراء وبدون أى تهديه بسرعة تصل الى ١٦٠ كيلو متر / ساعة وهذا معناه أنه مازال هناك قدرا من سعة الخط (Track Capacity) تسمح بزيادة عدد القطارات على طول المسافة.

٧ - هناك خطوط متعددة من المرافق وخاصة مواسير المياه أو الصرف الصحى أو الكابلات الأرضية الخاصة بإدارات مختلفة والتى تسير بجوار خطوط السكة الحديدية وخاصة فى المناطق التى تكثر بها المياه الجوفية المالحة ستتأثر حتما بالتيارات الكهربائية الهاربة(Decay Current) مما يؤثر على المواسير المعدنية ويساعد على أنفجارها أو تتداخل التيارات الكهربائية المختلفة مما تؤثر على تشغيل الأجهزة التى تتصل بها.

٨ - حماية الجمهور من أخطار الكهرباء المنقولة عبر الشبكة الهوائية ومنع مروره مطلقا على خطوط السكك الحديدية.

٩ - إلغاء المزلقانات كلية وأستبدالها بكبارى علوية أو أنفاق.

١٠ - إنشاء أسوار من المبانى العالية لتمنع الجمهور من الدخول الى أسلاك الهيئة ولتمنع العبث بالأجهزة التى على جانبى السكة مما يسبب الإختلال فى عمل أجهزة الإشارات.

١١ - تشديد الحراسة الدائمة وخاصة على الشبكة الهوائية لأنها قد تتعرض لعوامل التخريب أو الإرهاب.

٦ - تأثير الجر بالديزل على البيئة .

يمكن تقسيم تلوث البيئة بسبب إستخدام الجر بالديزل الى نوعين : -

١ - التلوث البيئى الهوائى

٢ - التلوث السمعى

٦- ١- التلوث البيئى الهوائى :

يؤخذ على إستخدام قاطرات الديزل أنها تنتج بعض الأنبعاثات نتيجة الأحتراق الداخلى بماكينات الديزل عند إستخدامها للوقود السائل من مشتقات البترول (السولار والكيروسين) مما يسبب تلوثا هوائيا للبيئة. ويصاحب هذه الأنبعاثات بعض الأكاسيد التى تضر بالبيئة ومنها على الأخص أكاسيد الكبريت والنيتروجين والكربون. وكل من هذه الأكاسيد لها أضرار عامة على البيئة ومضره على وجه الخصوص بالإنسان إذا داوم التعرض لها.

وقد أمكن التغلب على هذه الملوثات الهوائية بإستبدال مشتقات البترول السائلة - كمادة وقود لمحركات الديزل - بمادة الغاز الطبيعى وهو يقوم بنفس الدور لأنتاج الطاقة المحركة من ماكينة الديزل. إلا أنه يتفوق على الوقود السائل بكونه ينتج طاقة نظيفة تختفى منها أكاسيد الكبريت تماما كما تقل نسبة الأكاسيد الأخرى الى حوالى ٤٠% من كمياتها عما ينتج من أحتراق الوقود السائل.

هذا من جهه أما من الناحية الثانية فانه جدير أن يؤخذ فى الأعتبار أن هذه الأنبعاثات لا تتركز إلا فى الأماكن التى تتوقف بها قاطرات الديزل فى المحطات مددا طويلة نسبيا مثل المحطات النهائية والورش. أما أثناء مسير هذه القاطرات فى الأماكن المفتوحة ومسير القاطرات بسرعات فأن هذه الأنبعاثات لا تتركز فى مكان واحد بل تصعد الى طبقات الجو العليا وتبددها الرياح وبذا يقل تأثيرها على البيئة.

من جهة ثالثة فأنه لا يجوز المقارنة بتلوث البيئة بسبب قطارات السكك الحديدية بما تفرزه وسائل النقل البرى مثل اللوارى والأتوبيسات والتاكسيات والسيارات الخصوصية ومعدات التشغيل فى رصف الطرق أو الأعمال الأنشائية أو الصناعية فى المدن وليس هناك مجال مناقشة فى هذا الموضوع.

٦-٢- التلوث السمعى : -

يردد البعض أن الجر بالديزل على السكك الحديدية يولد تلوثا سمعيا لا يحدث مثله فى حالة الجر الكهربائى. وهذا القول مردود جملة وتفصيلا. وللتلوث السمعى مصادر متعددة ومعروفة منها حالة السكة التى تسير عليها الوحدات المتحركة أيا كان نوعها سواء كانت ديزلية أو كهربائية وحالة الوحدات المتحركة وحالة العجل وأنتظام أنصاف أقطاره أو كانت العجلات كاملة الأستدارة أو مبطوحة و حالة السوست وحالة أنتظام الأحمال على عجلات البواجى وغير ذلك كثير. أما بالنسبة لحالة السكة التى تسير عليها الوحدات المتحركة يتدخل فى ذلك حالة السكة كمنشأ هندسى متكامل وحالة القضبان ونوعيتها سواء كانت جديدة أو مستعملة أو متآكلة ونوعية الوصلات بين القضبان وعما إذا كانت السكة ملحومة أو غير ملحومة وحتى نوع اللحام وعرض تاج القضيب وطريقة التثبيت ونوعيته وكثير كثير جدا وسرعة المسير هذا بالإضافة الى التخطيط الهندسى للسكة ومنحنياتها وتضاريس المنطقة وحالة صيانة السكة ونوعية الصيانة وعشرات من الأسباب وليس هنا مجال سردها ومناقشتها وكل حالة من الحالات التى ذكرت تعالج بطريقة تتفق مع طبيعتها بصرف النظر عما إذا كان الجر كهربائيا أو ديزليا وتولى سكك حديد مصر عناية خاصة لتلافى أو تقليل آثاره ومن الأمثلة على أن الجر الكهربائى ليس بريئا من أسباب التلوث السمعى ما يحدث من آثار الجر الكهربائى فى مترو أنفاق القاهرة سواء الخط الأول أو الثانى.

وزيارة ميدانية بسيطة لبعض خطوط ترام الإسكندرية أو خطوط ترام القاهرة أو مصر الجديدة وجميعها تستخدم الجر الكهربى تؤكد صحة ما ذكرناه. هذا وتقوم بعض المكاتب الأستشارية حاليا بدراسة هذه الظواهر وطرق علاجها سواء كان الجر كهربائيا أو ديزليا أو كان سطحى أو كان داخل الأنفاق .

٧ - الدراسات السابقة عن كهربة خط مصر - إسكندرية

٧ - ١ - دراسة بيت الخبرة الهولندى ندكو (NDCO)

قام بيت الخبرة الهولندى عام ١٩٨١ بعمل دراسة جدوى لسكك حديد مصر عن كهربة خط مصر - إسكندرية وإحلال الجر الكهربى بدلا من الجر بالديزل بنيت على أساس مقارنة تكاليف تشغيل قاطرة ديزل وأخرى كهربائية تسير كل منها ١٠٠٠ كيلو متر. وقد أسفرت هذه الدراسة عن عدم جدوى المشروع - وقد علق جهاز تنظيم الطاقة على هذه الدراسة بأنها لم تأخذ فى اعتبارها كافة عناصر التكاليف والمنافع المالية والأقتصادية.

٧ - ٢ - دراسة بيت الخبرة اليابانى (JICA)

وقد تمت هذه الدراسة عام ١٩٧٩. وقد أعتمدت هذه الدراسة على أجراء تحليل مالى للمشروع شمل جميع المنافع والتكاليف المالية معتمدة على تقدير حجم الطلب المستقبلى على الخط . وقد علق جهاز تنظيم الطاقة على هذه الدراسة بأنها لم تتعرض بالتقييم للمنافع الأقتصادية التى قد تتحقق من جراء المشروع إلا فى حدود ضيقة - أرجعها جهاز تنظيم الطاقة على عدم توافر البيانات.

[تعليق د. طلحه]

يرى الكاتب أن كلا من الدراستين لم تأخذا فى اعتباريهما الملاحظات التى أوضحناها فى الجزء الرابع من هذا البحث.

٨ - الجر الكهربى بالسكك الحديدية الدولية والمصرية

قبل الدخول فى موضوع الجر الكهربى بالسكك الحديدية المصرية يجدر بنا أن نستعرض فى عجالة بعض الدول الأوربية التى أدخل فيها نظام الجر الكهربى والأسباب التى دعت لتطبيق هذا النظام على بعض خطوطها والأسباب التى دفعتها الى هذا الأتجاه وتاريخ تطبيق هذا التحول على خطوطها حتى نعلم موقع سكك حديد مصر فى هذا المجال بين الدول الأخرى.

٩ - الجر الكهربى بسكك حديد بعض الدول الأوربية والأمريكية

بادئ ذى بدء نود أن نوضح الأسباب التى دعت بعض هذه الدول الى التحول من الجر بالديزل الى الجر الكهربائى والتى من بينها إيطاليا وهولندا والدانمارك وفرنسا والأتحاد السوفيتى وتكاد أن تكون جميعها مشتركة فى أسباب ذلك والتى منها : -

أولا : نضوب مناجم الفحم فى دول أوروبا خاصة بعد الحرب العالمية الثانية.

ثانيا : إن عهد رخص أسعار البترول واستقراره أوشك أن ينتهى خاصة أثناء حرب تحرير سيناء عام ١٩٧٣ و غلق قناة السويس أثناء هذه المعارك. علاوة على قبضة الدول العربية المنتجة الرئيسية للبترول على أسعاره وإنتاجه ونشأة أزمة البترول المعروفة.

ثالثا : وجود مصادر توليد طاقة كهربائية رخيصة من مساقط المياه المتوفرة فى دول أوروبا.

رابعا : وجود بعض المناطق الجبلية ذات التضاريس المتباينة والمطلوب خدمتها بوسائل النقل السككى ويفضل الجر الكهربائى لهذا الغرض.

خامسا : وجدت بعض الدول أنها فى حاجة الى أستبدال بعض قاطرات الديزل التى تعمل فى خدمتها وأصبحت عاجزة عن الاستمرار فى الخدمة.

جدير بالذكر أن معظم الدول الأوربية وخاصة ألمانيا الغربية قد أتمت كهربة بعض خطوطها بحلول عام ١٩٧٨ وبنت إستراتيجيتها على كهربة خطوط الركاب بين المدن والخطوط الفرعية التى تخدم الخطوط الرئيسية.

أما الولايات المتحدة فلم تسارع الى نشر إستخدام الجر الكهربائى على سككها وقامت بكهربة مسافات قصيرة من سككها مكتفية بإستخدام الديزل الكهربائى فى عمليات الجر. كما أنها قادت حملة التحول الى الجر بالديزل والذى أطلق عليه ثورة الديزلة فى السكك الحديدية العالمية. هذا بالإضافة الى أن الولايات المتحدة منحت ميزة تنافسية للنقل الجوى بالطائرات بين المدن الرئيسية وتخفيض أسعاره عن مثيلتها بالسكك الحديدية.

هذا وبالرغم من هذه الحقيقة إلا أن دراسات الجدوى الفنية والأقتصادية أظهرت أن مشروعات الجر الكهربائى تحقق عائدا أقتصاديا مناسبا على الجر بالديزل. وقد قامت بتشجيع الأستثمار عن طريق ضمان قروض مشروعات الجر الكهربائى بعائد مناسب بالإضافة الى دعم البحث التكنولوجى.

١٠- الجر الكهربائى بسكك حديد مصر.

١٠ - ١ كهربة الجر بخط باب اللوق - حلوان(٢).

بدأت سكك حديد مصر فى إدخال الجر الكهربائى على خطوطها الحديدية عقب الحرب العالمية الثانية أخذا بمبدأ التطور الحديث لنقل الركاب.

وقد بدأت الهيئة فى يوليو ١٩٥٦ بتسيير أول قطار كهربائى على خط حلوان - باب اللوق بعد كهربته (وكان الكاتب وقتها هو أحد المهندسين الذين ساهموا فى تجديد السكة وإعدادها للتشغيل الكهربائى وكهربة الإشارات) وذلك بأعتبار أن هذا الخط من أهم خطوط الضواحى وأكثرها كثافة

لنقل الركاب وبالنسبة لأهمية كل محطاته التى توجد فى أهم وأكبر منطقة صناعية فى ذلك الوقت.

- كان الهدف الأساسى لكهربة هذا الخط هو خدمة كل الأماكن التى على جانبية بقطارات ركاب سريعة وذات كفاءة عالية.
- كان طول هذا الخط بين باب اللوق وحلوان ٢٤,٧١٥ كيلو متر.
- وعدد محطاته ١٥ محطة بما فيها محطتى النهايتين (باب اللوق وحلوان).
- بلغ عدد القطارات التى كانت تسير على الخط٢١٢ قطارا يوميا تنقل أكثر من١٠٠,٠٠٠ راكب.
- أقصى سرعة مسير للقطارات كانت ٩٠كيلو متر / الساعة فيما عدا المسافة بين باب اللوق والسيدة زينب ٢٠كم / ساعة وذلك نظرا لكثرة المزلقانات بهذه المنطقة.
- مقدار التفاوت بين القطارات ٥ دقائق فى أوقات الذروة و٧ ،٨ ،١٠، ١٥، ٢٠ دقيقة فى الأوقات العادية.
- كان أكبر عدد من القطارات فى الساعة هو ١٦ قطارا.
- أصبحت مدة السفر بين النهايتين ٣٥ دقيقة بعد إدخال الجر الكهربانى ونظام الإشارات الكهربانية ذات الثلاث موجات ضونية (3 - Aspects) الأحمر - الأصفر - الأخضر

(Red - Yellow - Green)

١٠ - ٢ - التغذية الكهربانية للخط ومحطات التحويل :

- لم تنشأ محطات توليد كهربانية خاصة لأمداد الخط بالتيار الكهربانى .
- أستمد التيار الكهربانى اللازم للتشغيل من الشبكة الكهربانية لمدينة القاهرة بضغط ١٠,٥ كيلو فولت (ك . ف) تيار متردد ثلاثة أوجه ٥٠ ذبذبة فى الثانية .
- يوزع هذا التيار على محطات التحويل الكهربانية التى تمد الوحدات بالتيار الكهربانى اللازم بعد تعديله الى ١,٥ كيلو فولت تيار مستمر .
- بدأ تشغيل الخط فى عام ١٩٥٦ بعدد أربع محطات تحويل :

(أ) محطة تحويل بالسيدة زينب كيلو ١,٢٥٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

(ب) محطة تحويل دار السلام كيلو متر ٧,٥٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

المراجع:(١) سكك حديد مصر فى١٢٥عاما(١٨٥٢ - ١٩٧٧) إصدار وطبع بمعرفة سكك حديد مصر.

(٢) النقل والمواصلات فى خمسة وعشرون عاما(١٩٥٢- ١٩٧٧) إصدار وطبع سكك حديد مصر

(٣) مذكرات الكاتب الشخصية الذى كان يعمل مهندسا بخط حلوان (١٩٥٤ - ١٩٦٠)

(ج) محطة تحويل بالحدائق كيلو متر ١٨,٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

(د) محطة تحويل حلوان كيلو متر ٢٤,٣٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

- المحطات الأربع عالية تستمد التيار من صالة توزيع الضغط العالى بالسيدة زينب والتابعة للسكك الحديدية والتى تستقبل التيار من الشبكة الكهربائية لمدينة القاهرة .
- فى عام ١٩٧٠ تم إنشاء محطة تحويل جديدة بطره البلد كيلو متر ١٢,٣٥٠ قدرة ٧٢٠٠ كيلو وات أى ضعف قدرة أى من المحطات الأربع السابقة . وقد واجهت هذه المحطة صاعقة جوية أدت الى تلف لوحة توزيع التيار المستمر. وقد تم تجديدها فيما بعد .
- أى أن هناك خمسة محطات تحويل يتصل الطرف الموجب لها بالشبكة الهوائية اما الطرف السالب فيتصل بالقضبان عن طريق وصلات خاصة الى المحطات

١٠- ٣ - الشبكة الهوائية :

- بلغ الطول الكلى لشبكة الخطوط الهوائية فوق خطوط السكك الحديدية بخط باب اللوق - حلوان فى ذلك الوقت حوالى ٦٠ كيلو مترا ويدخل فى ذلك الخطوط الهوائية المركبة بالأحواش والخطوط الجانبية . أى بمعدل ٢,٤ ضعف خطوط السكة.
- وبالمثل لو طبق هذا القياس على خط مصر - إسكندرية الطوالى الحالى لاتضح أن أطوال الخطوط الهوائية اللازمة لكهربة الجر على خط مصر - إسكندرية الحالى هو :

٢٠٨ كم × ٢,٤ = ٥٠٠ كيلو متر خطوط هوائية

- وقد قسم الخط الهوائى كهربائيا بين باب اللوق وحلوان الى خمسة أقسام رئيسية تفصلها فقرات هوائية عند النقط الآتية :
  - السيدة زينب كيلو متر ١,٢٥٠
  - دار السلام كيلو متر ٧,٠٠
  - طرة البلد كيلو متر ١٢,٤٥٠
  - حدائق حلوان كيلو متر ١٨,٠٠٠
- كما تم تجزئة الخط الهوائى الى ٣٦ قسما نصفها على الخط الطالع والنصف الأخر على الخط النازل وذلك لأعطاء مرونة أكثر فى التشغيل .

١٠- ٤ - الوحدات الكهربائية :

- عند بدء تشغيل الوحدات الكهربائية على خط باب اللوق - حلوان عام ١٩٥٦ أستوردت هيئة السكك الحديدية عدد ٢٥ وحدة كهربائية كل منها مكون من ثلاث عربات وقد روعى فى تصميم هذه الوحدات إمكانية ضم وحدتين معا لتصبحا قطارا كهربائيا واحدا مكون من ستة عربات .
- وتسع الوحدة ١٦٤ راكبا جالسا وتستوعب ١٠٠٠ راكب فى أوقات الأزدحام.
- وفى عام ١٩٧٣ تم أستيراد عدد ٢٥ وحدة كهربائية جديدة وتسع كل وحدة جديدة ١٢٨ راكبا جالسا كما أنها تستوعب حوالى ١٣٠٠ راكب فى أوقات الأزدحام (رغم أن هذا العدد قد زاد كثيرا أثناء التشغيل الفعلى)
- ونظرا لما حدث من حوادث لبعض الوحدات وعوارض تمنع تشغيل هذه الوحدات فقد تم تشريك عدد ٥ وحدات من النوع القديم وأصبح عدد الوحدات التى تعمل بالتشغيل هى ٤٥ وحدة فقط.
- كما تم تشغيل وحدات مزدوجة خاصة فى ساعات الذروة بمعدل ثمانية قطارات يوميا من بين ستة عشر قطارا فى ساعات الذروة بتفاوت قدره خمسة دقائق.

١٠- ٥ - ورش الصيانة والعمرة :

- وقد تبع ذلك إنشاء ورشة مركزية لأعمال صيانة وعمرة الوحدات الكهربائية بمحطة طرة البلد بالكيلو متر ١٢,٢٠٠ حوالى منتصف الخط تقريبا ويتم فى هذه الورشة أيضا صيانة جميع الأجهزة الخاصة بمحطات التحويل . وقد جهزت هذه الورشة بأحدث الآلات والأجهزة اللازمة وأجهزة القياس والمعايرة لأتمام أعمال العمرات وعمليات إصلاح الوحدات القديمة .

١٠- ٦ - مضاعفة التشغيل على خط باب اللوق - حلوان :

- عقب أفتتاح الخط للتشغيل بالجر الكهربائى عام ١٩٥٦ زادت حركة النقل على الخط نتيجة للتطور العمرانى الفائق السرعة فى هذه المنطقة حيث تم إنشاء العديد من المصانع والمدارس والمعاهد والجامعات والمبانى والوحدات السكنية على طول الخط مما دعا الهيئة الى أن تقوم بزيادة عدد أدوار التشغيل تدريجيا حيث أرتفع عدد أدوار التشغيل الى ٣٠٤ دور عام ١٩٧٦ بدلا من ٢١٢ دورا التى بدأت فى عام ١٩٥٦ وكنتيجة للزيادة المطردة فى عدد الركاب رؤى مضاعفة التشغيل على هذا الخط وذلك بتسيير قطارات كل منها مكون من وحدتين كهربائيتين (ستة عربات) للقطار الواحد .

١٠ - ٧ - زيادة القدرة الكهربائية على الخط :

- نتيجة مضاعفة حركة التشغيل على الخط كان من المحتم أن ترفع كفاءة القدرة الكهربائية على الخط ونتيجة لذلك فقد تم عمل الآتى :

١ - إقامة محطة تحويل كهربائى جديدة ذات قدرة ٧٢٠٠ كيلو وات بدار السلام بالكيلو متر ٧,٠٠ بمعدلات سيليكونية جديدة بدلا من المحطة السابقة التى كانت تعمل بمعدلات زئبقية بقدرة ٣٦٠٠ كيلو وات وقد دخلت المحطة الجديدة الخدمة فى عام ١٩٧٧ .

٢ - تم إستبدال المحولات والمعدلات القديمة بمحطات التحويل بالسيدة زينب والحدائق وحلوان بأخرى حديثة ذات محولات بالتبريد الذاتى ومعدلات سيليكونية حيث لم يعد من الممكن الاعتماد على المحولات والمعدلات الزئبقية القديمة لكثرة عوارضها . وقد تم هذا الاستبدال بنهاية عام ١٩٧٧.

٣ - كما تم عمل تغذيات أحتياطية للمحطات الجديدة .

١٠ - ٨ - عمل تعديلات الشبكة الهوائية :

- تم عمل تغذية للشبكة الهوائية بحرى وقبلى محطات التحاويل على بعد حوالى ١ كم من المحطات لتقوية الشبكة .
- زيادة عدد الوصلات بين مكونات الشبكة ووصلات القضبان لرفع كفاءتها .
- تم التعاقد مع الشركة الموردة الأصلية للشبكة الهوائية بخط حلوان (شركة براون بوفيرى) على توريد الأجهزة والمهمات اللازمة لكهربة بعض سكك جديدة بكل من حوش محطة السيدة زينب وحوش طرة البلد لأستيعاب وصيانة الوحدات الجديدة .

هذا بالإضافة الى أنه تم العمل على زيادة كفاءة ورش العمرة بطرة البلد وذلك بعمل توسعات بالورشة لأمكان أستيعاب عمرة وصيانة الوحدات الجديدة .

١٠ - ٩ - مشروعات جديدة أدخلت لتطوير الخدمة بخط حلوان وقتئذ :

- تم إدخال نظام اللا سلكى بين محطات الركاب وأكشاك البلوك وغرفة المراقبة المركزية للتشغيل بالسيدة زينب ومحطات التحويل وبين الوحدات لأمكان سرعة التصرف عند حدوث أعطال أو حوادث.

- تم شراء أجزاء كهربائية متكاملة للوحدات القديمة كما تم الاتفاق مع الشركة الموردة لموتورات الجر للوصول الى حل أمثل لأصلاح العوارض الجسيمة التى حدثت بهذه الوحدات .

- تم إدخال نظام التحكم الآلى فى مسير القطارات للحد من الحوادث لإيقاف القطارات أوتوماتيكيا عند ظهور الإشارات الضوئية الحمراء الدالة على الخطر.

- تم شراء أجهزة ومعدات حديثة للكشف والأختبار ومن أهمها : -
  - عربة اختبار الكابلات وتحديد مواقع أعطالها لسهولة وسرعة الإصلاح.
  - ماكينات تكرير زيت المحولات الرئيسية للمحطات.
  - شراء أجهزة قياس واختبارات كهربائية.

هذا ونود أن نوضح فى هذا المقام أن الشرح التفصيلى الذى أوضحناه عن كهربة خط حلوان كان يهدف الى أمرين :

أولهما : إعطاء فكرة عامة ومبدئية عن حجم الأعمال التى يتطلبها المشروع ومراحل تنفيذها ومراحل رفع كفاءة التشغيل بعد بدئه طبقا لأحتياجات النقل وزيادة كثافته بعد بدء التشغيل.

ثانيهما : إن سكك حديد مصر كانت من أوائل الدول التى أدخلت الجر الكهربائى على بعض خطوطها منذ ما يقرب من ٤٥ عاما مضت ولم يسبقها إلا قليل من الدول الأوربية التى أضطرت الى إدخال الجر الكهربائى على جزء من خطوطها لما عانته من آثار الحرب العالمية الثانية ونضوب مناجم الفحم بها وصعوبة الحصول على خام البترول فى حين توافرت لديها مصادر الطاقة الكهربائية التى تولدها من المساقط المائية التى تمتلكها. كما أن بعض الدول تأخرت فى التحول الى الجر الكهربائى خاصة الى ما بعد عام ١٩٧٣ عندما نشأت أزمة البترول العالمية وغلق قناة السويس بسبب حرب أكتوبر المجيدة لتحرير أرض سيناء وتحكمت الدول العربية فى تصدير بترولها الى هذه الدول مما إضطرها الى إدخال الجر الكهربائى على خطوطها للتوفير فى استهلاك الطاقة.

١١- تطوير خط مصر - إسكندرية لرفع كفاءته وزيادة السرعة عليه.

رأت هيئة السكك الحديدية فى أوائل الثمانينيات رفع كفاءة تشغيل خط مصر - إسكندرية الحالى وزيادة سرعة مسير القطارات عليه لخدمة حركة نقل الركاب. ولتحقيق ذلك تطلب الأمر إخلاء الخط الطوالى من قطارات البضائع البطيئة السرعة وتحويلها الى مسارات بديلة جانبية سواء بوسط الدلتا لنقل بضائع هذه المنطقة مع عدم مرورها على مسار خط مصر - إسكندرية أو عن طريق الخط الذى أنشئ فى ذاك الوقت مارا بمديرية التحرير ويتصل بخط إيتاى البارود - الخطاطبة - المناشى - القاهرة - عند محطة مديرية التحرير لنقل منقولات غرب الإسكندرية وخط القبارى - مرسى مطروح. وذلك تمهيدا لرفع كفاءة خط القاهرة - الإسكندرية

لقطارات الركاب السريعة. كما تم تربيع خط السكة الحديد بين قليوب والقاهرة ليصبح أربعة خطوط بدلا من الخطين الطالع والنازل الطواليين واضعين فى الأعتبار أن الخط الشرقى للتربيع سيستخدم لنقل حركة القطارات الواردة من وسط وشرق الدلتا الى محطة القاهرة أما خط التربيع الرابع وهو الخط الغربى فقد خصص لنقل حركة القطارات الواردة من غرب الدلتا عن طريق خط طنطا - منوف - القناطر الخيرية - قليوب - القاهرة وبذلك أخلى خط مصر - الإسكندرية تماما من قطارات البضائع.

كما تم أيضا تربيع الخط بين محطتى سيدى جابر والإسكندرية وأصبح الخطين الجديدين خاصين بقطارات الضواحى الإسكندرية - أبو قير مع عدم مساسهما بالخط الطوالى السريع بين سيدى جابر والإسكندرية ومن ثم فقد تم تجديد خطى الطوالى بين القاهرة - الإسكندرية تجديدا شاملا كما تم كهربة إشارات هذين الخطين للوصول الى كفاءة عالية من التشغيل وصممت السكة لتسير عليها القطارات بسرعة ١٤٠ كيلو متر فى الساعة ويمكن زيادتها الى ١٦٠كم/ ساعة. إلا أن التشغيل الفعلى وصل الى ١٢٠كيلو متر فى الساعة لوجود بعض المعوقات الفنية والتهديات التى تلزم القطارات بتهدئة سرعة السير الى ٣٠ أو ٤٠ كيلو متر فى الساعة.

هذا وتقوم السكك الحديدية فى هذا الوقت بإتخاذ الإجراءات التنفيذية لإنشاء خط ثالث بجوار الخطين الطالع والنازل (من جهة الخط الطالع أى من الجهة الشرقية للخط) فى المسافة بين قليوب وبنها (ليكون أمتداد لخط التربيع الشرقى الواصل بين القاهرة وقليوب) ويكون هذا الخط الثالث لنقل حركة قطارات الركاب الواردة والصادرة من والى شرق الدلتا ومن خطوط المنصورة والزقازيق والإسماعيلية وطنطا بحيث لا يتعارض مرورها مع خطى الطالع والنازل الطواليين (مصر - الإسكندرية) على أن يكون هذا الخط الثالث وهو خطا مفردا مزودا بالإشارات الضوئية وتسير عليه القطارات فى الأتجاهين.

١٢- تطوير نظام الإشارات بخط مصر - إسكندرية.

تمشيا مع ما تم من تطوير بخط مصر إسكندرية الذى شمل تربيع بعض المسافات قرب محطتى نهايات الخط (القاهرة والإسكندرية) وما تم من إخلاء الخط الطوالى نهائيا من قطارات البضائع وتحويلها الى مسارات بديلة تمهيدا لزيادة كفاءة الخط وسعته ورفع السرعة عليه فقد شمل التطوير كهربة إشارات الخط بالكامل بين القاهرة والأسكندرية وأستخدم لهذا الغرض نظام الإشارات الضوئية ذات الأربع ألوان (Aspects - 4) وهى الأحمر - الأصفر - الأصفر المتقطع - الأخضر ويهدف تعدد الألوان الى تنظيم حركة سير القطار بالنسبة للقطار السابق له واللاحق. وهذا النظام يعمل عن طريق الدوائر الكهربائية (Track Circuits) التى تركب على القضبان. هذا وتركب السيمافورات عند بداية كل قسم وتركب البطاريات التى تمد الدائرة الكهربائية بالطاقة

عند نهايته وتبلغ طول الدائرة الكهربية أو المسافة بين كل سيمافورين ٥٠٠ متر بالإضافة الى مسافة ما بين ٢٥٠ - ٣٠٠ متر تجهز على أنها مسافة تداخل (Overlap Distance) لتأمين مسير القطارات على المسافات المتعاقبة. هذا وتبلغ المسافة بين كل قطارين متتاليين يسيران بنفس السرعة هى عدد ٤ مسافات × ٥٠٠ متر طول مسافة الدائرة الكهربانية = ٢٠٠٠ متر وهذا النظام يسمح للقطارات المتتابعة أن تسير على الموجة الخضراء بسرعة ١٦٠كم / ساعة. ومعنى هذا أنه ما يزال هناك طاقة فائضة فى سعة الخط تستوعب المزيد من القطارات دون أن يؤثر ذلك على حركة التشغيل (إذا ما كانت العوائق السابق ذكرها قد تم التغلب عليها).

١٣- الحل البديل لكهربة خط مصر- الإسكندرية بقصد الوصول الى سرعة فائقة.

لما كان خط مصر الإسكندرية الحالى قد أوشك أن يصل الى حد التشبع وبعد أن أخلى من مسير القطارات البضائع عليه بما لا يجدى معه زيادة سرعة مسير القطارات عن السرعة المصمم عليها حاليا ومن غير الممكن عمل تعديلات تسمح بزيادة السرعة عليه الى السرعة الفائقة وخاصة لوجود المعوقات التى أوضحناها تحت البند رقم (٥) من هذا البحث فقد أصبح واضحا أنه يجب البدء فورا لأختيار مكان بديل لإنشاء خط سكة حديد يفى بالمتطلبات التى ننشدها وأهمها زيادة السرعة لتصل الى سرعة فائقة (٣٠٠ كيلو متر فى الساعة) ويمكن كهربة الجر على هذا المسار الجديد.

ولما كان خط السكة الحديد الحالى أصبح مهددا بزيادة أرتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات كما أوضحه العلماء العالميون ومن بينهم المصريون وخبراء البيئة والجيولوجيا والإحصاء والطبيعة وغيرهم من العلماء والخبراء من أن أستمرار أرتفاع درجة حرارة الأرض وذوبان الثليج بمناطق القطبين الشمالى والجنوبى سيكون سببا فى أرتفاع مياه البحار والمحيطات بحوالى ٦٠ سنتيمترا على مدى الخمسين عاما القادمة وما سيتبع ذلك من غرق دلتا نهر النيل وأن أرتفاع سطح المياه سيؤدى الى تآكل جزء كبير من الشواطئ الشمالية حول الدلتا وقدرت المساحات التى ستؤثر عليها هذه الزيادة من أرتفاع المياه الى ما يقرب من خمسين الى ستين كيلو مترا فى عمق الدلتا بدءا من الشاطئ الشمالى وقد أستدل العلماء والخبراء على ذلك بعدد من الشواهد الطبيعية الموجودة على شاطئ البحر الأبيض وحددوا على وجه التقريب مدى الأضرار التى ستصيب الأرض الزراعية والممتلكات والسكان من هذه الأضرار وقد أوضحنا ضمن بحثنا مقتطفات من آراء هؤلاء العلماء التى نشرت بالصحف فى حينها وهذا ما جعل اختيار إنشاء خط حديد مرادفا لخط مصر - الإسكندرية الحالى أن يكون فى أتجاه الصحراء الغربية أمرا لا مناص من تنفيذه.

هذا وقد ألقى بحث عن هذا الموضوع مدعم بالمستندات والصور ونصوص تصريحات العلماء وأعتبرت ضمن وثائق ندوة المؤتمر الثانى عشر للهندسة الميكانيكية الذى عقد بالإسكندرية خلال

المدة من ١٠ الى ١٣ مارس ١٩٩٩ ضمن المحور السابع تحت عنوان " هل يكون للقطاع الخاص دور رئيسى فى إنشاء وتشغيل خط سكة حديد سريع بين القاهرة والإسكندرية "[4] وقد ضم هذا البحث عدد من الخرائط التى توضح مسار هذا الخط وأين يبدأ وأين ينتهى والأسباب التى تدعو الى ذلك وأقتراح طرق التمويل ومراحل التنفيذ.

أضف الى ما تقدم فان الخطر الداهم من زيادة أرتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات ما زال قائما يتجدد كل يوم ويحذر منه العلماء والخبراء. ومن بين ما نشر أخيرا : -

١ - " تقرير خطير من الأمم المتحدة "...... حرارة الأرض ترتفع الى معدلات قياسية خلال القرن الحالى .... مخاوف من زيادة الوفيات وأنتشار الأمراض وغرق دلتات الأنهار "[5] جريدة أخبار اليوم ٢٠٠١/١/٢٣

٢ - " خطر النحر..... مستمر.... أختفاء ١٠ صفوف من المنشآت بشاطئ بلطيم"الأهرام ٢٠٠٠/١٢/٩ ص ١٣ ونشر مدعم بالصور الفوتوغرافية التى توضح الأنهيارات التى حدثت بالمنشآت[6]

٣ - " الأحتباس الحرارى ...... وهم أم حقيقة " أهرام يوم ٢٨ يناير ٢٠٠١ صـ ٦ .

٤ - " سيناريوهات الأحتباس الحرارى " أهرام يوم ٢٠٠٠/١٢/١١ صـ ١.

٥ - " الحوارات الساخنة حول تغييرات المناخ العالمى " أهرام ٢٠٠١/٣/١١ صـ ١٢

١٤ - أهداف البحث التى حددت فى مؤتمر مارس ١٩٩٩.

هذا وقد أوضح البحث السابق الذى قدم فى مارس سنة ١٩٩٩ أن هناك ثلاثة أهداف رئيسية تستند الى حقائق علمية والتى تدعو الى سرعة اتخاذ الخطوات التنفيذية لإنشاء هذا الخط وهى:-

أولا : أحتمال غرق جزء كبير من الدلتا بسبب أرتفاع درجات الحرارة وذوبان الجليد وأحتمال أرتفاع منسوب المياه حوالى ٦٠سم خلال الخمسين عاما القادمة وما يتبع ذلك من أحتمال غرق مساحة من أراضى الدلتا يبلغ عمقها حوالى ٥٠ ، ٦٠ كيلو متر من الشاطئ.

ثانيا : توسيع الرقعة الزراعية وإيجاد أرض زراعية بديلة للأراضى التى ستصاب بالضرر بسبب أرتفاع منسوب سطح الماء فى المحيطات. ولهذا فأن هناك حاجة ملحه لخلق مدن جديدة لاستيعاب السكان الذين سيهجرون من هذه المناطق والتى تقدر بحوالى١٢% الى ١٥% من عدد سكان الدلتا.

ثالثا : خلق محور نقل جديد سريع أقترح فى الدراسة الأبتدائية التى قدمناها فى مارس ١٩٩٩ أن تسير القطارات بسرعة ٢٢٠كم / ساعة ويمكن زيادتها الى أن تصل الى ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة يبدأ من بولاق الدكرور بدلا من محطة القاهرة وتكون محطته النهائية فى محطة القبارى بدلا من محطة الإسكندرية وهذا الأختيار يرجع الى الأسباب الآتية :

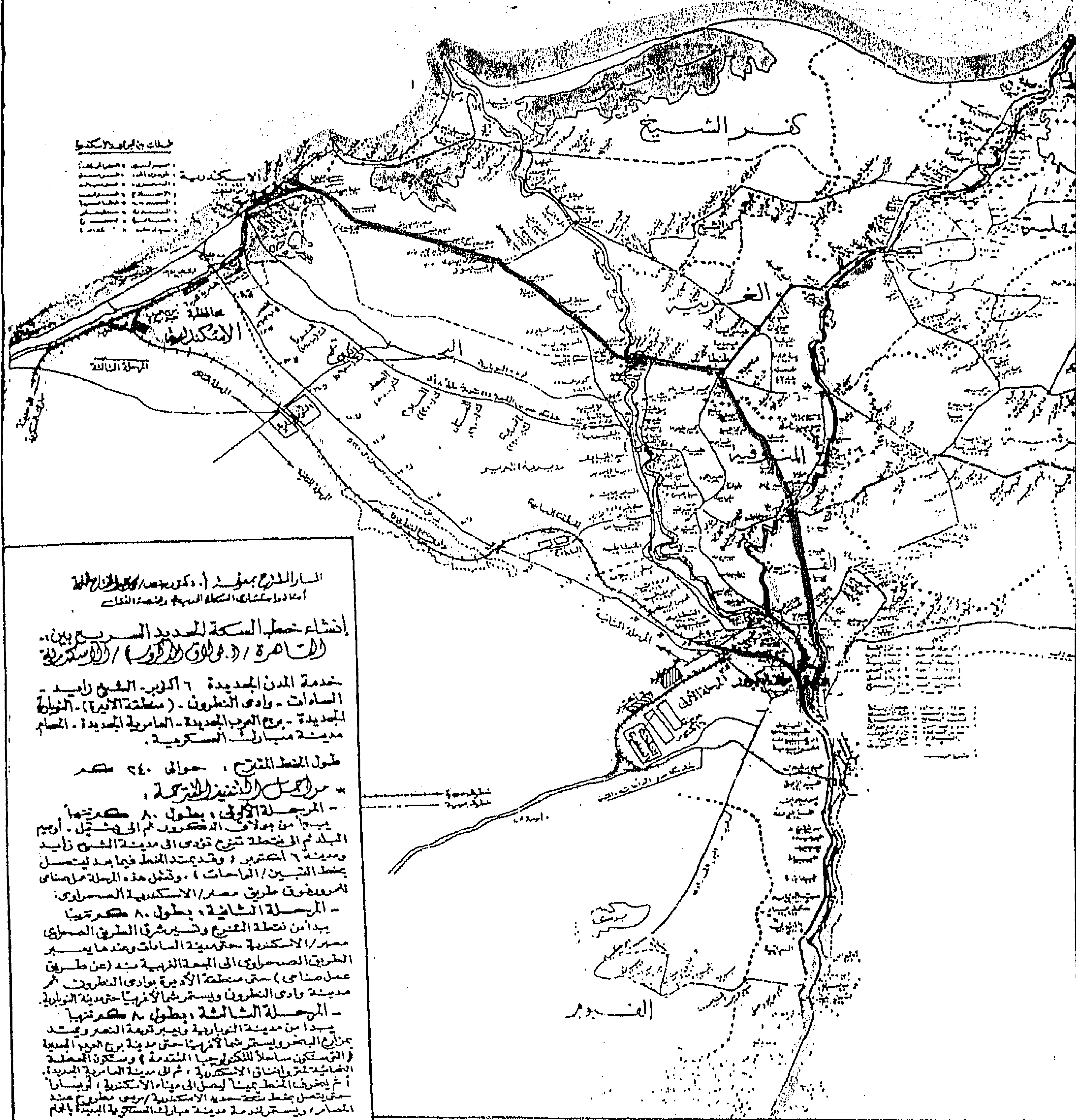
أ. أختيار منطقة بولاق الدكرور لتكون محطة رئيسية ومتوسطة كحركة تشغيل هذا الخط بدلا من محطة القاهرة التى أصبحت عاجزة عن إستيعاب إضافة أى منشآت أو سكك جديدة لخدمة هذا المشروع وللتخفيف على النقل السطحى بميدان رمسيس والطرق المؤدية الى محطة القاهرة وذلك بعكس محطة بولاق الدكرور التى توجد بها مساحات كبيرة وسكك متعددة أستغنى عن تشغيلها ويمكن الأستفادة بها لمشروع إنشاء هذا الخط الجديد . هذا بالإضافة الى خدمات مترو الأنفاق التى تصل الى منطقة بولاق الدكرور.

ب. أختيار محطة القبارى بدلا من محطة الإسكندرية فيرجع الى نفس الأسباب التى ذكرت بالبند (أ) السابق حيث لا يوجد بمحطة الإسكندرية مساحات تسمح بإقامة المنشآت التى يتطلبها تشغيل هذا الخط ولكون محطة القبارى قريبة من محطة الركاب البحرية بميناء الإسكندرية العالمى والتى ستخدم السياحة الواردة عن طريق البحر والمرجوة منها. ويمكن تخصيص بعض السكك بحوش القبارى لأستقبال هذه الخدمة الجديدة.

إن تصميم الخط المقترح سيسمح بتشغيل جميع القطارات على مختلف درجاتها (قطارات فائقة السرعة - قطارات أكسبريس - قطارات سريعة - وقطارات ركاب وقطارات بضائع).

كما شملت الدراسة أهم الأعمال الصناعية الكبرى التى تتطلبها البنية الأساسية لتنفيذ هذا المشروع من كبارى علوية تعبر خطوط النقل البرية ومنها طريق مصر الإسكندرية الصحراوى أو الترع أو مخرات السيول . وقد روعى أن تكون هذه البنية الأساسية معدة لأزدواج هذا الخط فى المستقبل كما أن منشآت الجسور عملت على أساس الخط المزدوج والذى يسمح بتركيب السكة الثانية على فدو كاف لا ينتج عنه أضرارا للقطارات السائرة بسرعات فائقة خاصة عند المقابلات. هذا بالإضافة الى اقتراح بعض إنشاءات البنية الأساسية كورش الصيانة والعمرات ومساكن إقامة العاملين على طول الخط ومبانى المحطات. كل هذا مع تحديد خطوط حرم الطريق وبنيته الأساسية آخذين فى الأعتبار عمل المنشآت الثابتة لكهربة هذا الخط عند تركيبة وتشغيله مفردا فى بادئ الأمر ثم يزدوج بعد أن تزداد كثافة النقل على الخط الجديد.

هذا ويوجد مع هذا البحث خريطة مساحية توضح مسار الخط والمدن الجديدة التى سيمر بها ومن بينها مدينة السادات التى أقترح أن تكون عاصمة ثانية لجمهورية مصر العربية حيث أن العاصمة الحالية(القاهرة) أصبحت مختنقة بزيادة عدد سكانها وتركيز تعظيم أعمال الدولة الإدارية بها.


البحر المتوسط
كفر الشيخ
الإسكندرية
محافظة الإسكندرية
الغربية
المنوفية
الفيوم
المسار المقترح بمعرفة أ. دكتور مهندس/ عبد الله الحلة
أستاذ واستشاري السكك الحديدية وهندسة النقل
إنشاء خط السكة الحديد السريع بين:
القاهرة / (أ. محور الأهرام) / الإسكندرية
خدمة المدن الجديدة ٦ أكتوبر - الشيخ زايد - السادات - وادي النطرون - (منطقة الأديرة) - النوبارية الجديدة - برج العرب الجديدة - العامرية الجديدة - العلمين مدينة مبارك العسكرية.
طول الخط المقترح: حوالي ٢٤٠ كم
* مراحل التنفيذ المقترحة:
- المرحلة الأولى: بطول ٨٠ كم تقريباً
يبدأ من بولاق الدكرور ثم إلى مشتول - أوسيم - البلد ثم المختلطة تتفرع تؤدي إلى مدينة الشيخ زايد ومدينة ٦ أكتوبر، ويمتد الخط فيما بعد ليتصل بخط التبين / الواحات، وتشمل هذه المرحلة عمل مناسي للمرور فوق طريق مصر/ الإسكندرية الصحراوي.
- المرحلة الثانية: بطول ٨٠ كم تقريباً
يبدأ من نقطة التفريع ويسير شرق الطريق الصحراوي مصر/ الإسكندرية حتى مدينة السادات وعندما يعبر الطريق الصحراوي إلى الجهة الغربية منه (عن طريق عمل صناعي) حتى منطقة الأديرة بوادي النطرون ثم مدينة وادي النطرون ويستمر شمالاً غرباً حتى مدينة النوبارية.
- المرحلة الثالثة: بطول ٨٠ كم تقريباً
يبدأ من مدينة النوبارية ويعبر ترعة النصر ويمتد بمزارع البحر ويستمر شمالاً غرباً حتى مدينة برج العرب الجديدة (التي ستكون ساحلاً للتكنولوجيا المتقدمة) وستكون المحطة النهائية لمترو أنفاق الإسكندرية، ثم إلى مدينة العامرية الجديدة. ثم ينحرف الخط يميناً ليصل إلى ميناء الإسكندرية، أو يساراً حتى يتصل بخط سكة حديد الإسكندرية / مرسى مطروح عند الحمام، ويستمر لخدمة مدينة مبارك العسكرية الجديدة بالحمام

١٥- التمـــويل والتنفيذ :

أقترحت عدة حلول لتمويل تنفيذ هذا المشروع ومن بينها نظام ال B.O.T. وحتى يمكن جذب المستثمر للأقدام على تنفيذ هذا المشروع أقترحت بعض المزايا التى تعطى له لتساعده على إسترداد جزء كبير من إستثماراته بعد فترة زمنية معقولة وبذا تنخفض فترة الأمتياز على المشروع والتى من بينها :

أ. إنشاء مبنى إدارى كبير يعطى للمستثمر حق أدارته فى كل من محطتى بولاق الدكرور والقبارى وهذا المبنى الإدارى يتكون من برج متعدد الطوابق يستغل كفندق متعدد الأغراض(مجمع خدمات) منها: فندق خمسة نجوم وفندق أربعة نجوم (أو حتى فندق ثلاثة نجوم) وقاعات للمؤتمرات وجراج متعدد الأدوار ومحلات تجارية ومكاتب إدارية للبنوك أو نشاط سوق المال وبورصة للأوراق المالية وخدمات سياحية وترفيهية بالإضافة الى خدمات السكك الحديدية. هذا ويمكن أن تقام مبانى إدارية أخرى فى بعض المدن المركزية التى ستقع على مسار الخط المقترح مثل مدينة السادات.

ب. إدخال نظام أستصحاب الراكب لسيارته بنفس القطار مع إدخال نظام عربات ال Dome Cars ذات الجوانب والأسقف الزجاجية التى تصنع من الفيبرجلاس وعربات النوم والتى ستؤدى الى زيادة دخل السكك الحديدية علاوة على الفائدة التى ستعود على المستثمر.

جـ. يمكن إعطاء المستثمر حق إنشاء وتشغيل خطــوط نقل بريـة عرضيـة من المحطات الرئيسية الى وسط الدلتا أو غربا للوصـول الى المناطق السياحية والأثرية والقرى السياحية بالساحل الشمالى لتكون شبكة نقل متكاملة مع خطوط السكك الحديدية.

د. يعطى للمستثمر حق أستثمار بعض المساحات فى بعض المناطق ولتكن بعيدة عن مسار الخط المقترح ليقيم بها أنشطة سياحية وثقافية أو دينية مثل مقابر الشهداء بالحرب العالمية الثانية بالعلمين أو ملاعب الجولف أو سياحة السفارى أو السياحة الدينية بمنطقة أديرة وادى النطرون بالإضافة الى بعض المشروعات المستقبلية التى يجب أن تؤخذ فى الأعتبار لتوسيع شبكة السكك الحديدية الحالية ومضاعفة العائد من هذه الخدمة سواء على المستثمر أو على السكك الحديدية.

١٦- مواقع إستخدامات الجر الكهربائى وأمكانية تطبيقه على خطوط السكك الحديديةوالمدن الجديدة والمناطق الصحراوية.

١٦ - ١ - تطبيق الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية:

بصفة عامة يمكن تطبيق الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية والجديدة التى تؤكدها دراسات الجدوى التى تجرى عليها. ومن أهم الخطوط التى يمكن كهربتها تشمل الآتي :

١ - خط مصر - إسكندرية الصحراوى المقترح ليكون مرادفا لخط مصر - إسكندرية الحالى ونرى أن نبدء فى المرحلة الأولى مع بداية إنشاء الخط عمل تجهيزات البنية الأساسية لكهربة الخط وهذا الخط يعتبر أيضا أنه خط صحراوى.

٢ - خط عين شمس - السويس - العين السخنة هذا الخط خطا مفردا ومتوقع أن تكون عليه نقليات بضائع وخدمة ركاب مكثفة خاصة وأن سكك حديد مصر تدرس حاليا إنشاء خط سكة حديد كهربائى يربط عين شمس بالربيكى (على خط السويس) ثم يتفرع منه خط لخدمة مدينة العاشر من رمضان الى الإسماعيلية. وخط السويس هذا بطبيعته خطا مفردا ولن تكون هناك معوقات تعوق كهربته (مثل الفدو بين السكتين) حتى ولو كانت القطارات سريعة. وهو خط صحراوى ايضا.

١٦ - ٢ - الخطوط الفرعية المفردة

والتى تغذى المراكز الرئيسية على شبكة السكك الحديدية مثل :

١ - خط أمبابة - بشتيل - المناشى - الخطاطبة إيتاى البارود وهو خط مفرد وإشاراته كهربائية وهو من الخطوط الرئيسية فى شبكة السكك الحديدية غربى النيل ويتميز بكثافة نقل البضائع وكذا بنقل الركاب كما أنه يعتبر من خطوط الضواحى من المناشى الى أمبابة.

٢ - كهربة الخط بين الجيزة وحوش بولاق الدكرور وبشتيل ليلتحم بالخط السابق رقم (٣) وفى نفس الوقت سيقوم بخدمة سكك حوش الحاويات ببشتيل

٣- خط المنصورة - السمبلاوين - الزقازيق.

٤- خط الزقازيق - بلبيس - شبين القناطر - قليوب وهو يعتبر من الخطوط الفرعية التى تغذى الخطوط الرئيسية وغير ذلك كثير.

١٦- ٣ - المدن الجديدة

وتمثل أهم المواقع التى يجب البدء فورا فى إنشاء خطوط نقل جماعى تعمل بالكهرباء (مترو أو ترام سريع معزول.

وأهم هذه المدن هى : السادس من أكتوبر
مدينة السادات
مدينة الشروق
مدينة العبور

وجميع هذه المدن الجديدة لن يحدث لها تطور ولا أزدهار إلا بإنشاء شبكات النقل الكهربانى الداخلية.

أما مدينتى الشروق والعبور فيمكن تغذيتهما بالتيار اللازم للجر عن طريق الخط المقترح تحت رقم (٢) والخاص بكهربة خط عين شمس - السويس.

التــوصيـــات

========

- إن التوسع فى أستخدام الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية امر مستحب ويجب التخطيط للتوسع فى مد شبكاته لما يتميز به من خصائص. وسواء كان هذا النقل للركاب السريع خاصة بين المدن الكبرى وعواصم الأقاليم أو كان نقلا للبضائع وخاصة لمنتجات المناجم والمحاجر أو نقلا داخل المدن على الأخص المدن الجديدة التى لن تقوم لها قائمة لتطويرها أو أزدهارها وإجتذابا للمواطنين للإقامة بها إلا إذا توافرت لها هذه الخدمة. ومن الأمثلة الحية على ذلك إنشاء خطوط مترو مصر الجديدةمنذ أكثر من ٦٥ عاما وكيف نمت وتطورت هذه المدينة وفقا لإنشاء خطوط النقل السككى بها.

- كانت مصر من أوائل الدول التى أدخلت نظام كهربة الخطوط بها حيث تم كهربة خط حلوان منذ عام ١٩٥٦ سابقة بذلك العديد من الدول الأوربية التى بدأت كهربة خطوطها خلال الفترة بعد عام ١٩٧٣.

- إن خط مصر - إسكندرية الحالى لا يمكن تطبيق نظام الجر الكهربائى عليه لأنه لن تكون له جدوى أقتصادية ولا يمكن تحقيق سرعة المسير عليه بسرعة فائقة نظرا لوجود معوقات كثيرة أهمها أن فدو خطوط السكك الطوالية الحالية هى ٢,٠٠متر وينتج عن ذلك تفريغ للهواء عند مقابلة القطارين السائرين فى الأتجاهين المتضادين بسرعة حوالى ١٢٠ كم / ساعة ما يسبب تكسير زجاج بعض شبابيك الوحدات المتحركة. هذا بالإضافة الى وجود معوقات هندسية لا يمكن التغلب عليها بسهولة مثل المنحنيات ذات الأقطار الصغيرة أو منشآت الكبارى وجباريتها الأفقى والرأسى. هذا مع الأخذ فى الأعتبار أن دراسات الجدوى التى أجريت فى عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨١ لم تثبت جدوى التحول الى كهربة الجر بهذا الخط.

- إن استخدام الديزل الكهربائى فى الجر على خط مصر - الإسكندرية الحالى يحقق نفس الأهداف التى تحققها القاطرات الكهربائية دون الحاجة الى تكاليف إنشائية جديدة أو أستبدال الوحدات الحالية.

- لقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك أن شواطئ الدلتا على البحر الأبيض تتعرض للتأثيرات الناتجة عن أرتفاع درجات حرارة الأرض وأن جزء كبير من أرض الدلتا سيكون معرضا للغرق لمسافة تصل الى حوالى من ٥٠ - ٦٠ كيلو متر داخل الدلتا وهذا الأمر الخطير سينتج عنه إجلاء لبعض

السكان الموجودين بهذه المناطق والقضاء على نشاطهم الزراعى فى هذه المساحة.ولابد من تجهيز مناطق جديدة لنشاطهم الزراعى والصناعى وإقامتهم وسبل معيشتهم.

ولهذا فقد أصبح لزاما البحث عن حل بديل لخط مصر - الإسكندرية الحالى وسبق أن أقترح هذا الأمر فى مؤتمر سابق (مارس عام ١٩٩٩) حيث أن إنشاء خط سكة حديد جديد يجهز للسرعة الفائقة بين القاهرة والإسكندرية مع مروره على المدن الجديدة سيكون حلا مناسبا للنشاط السككى والعمرانى والسياحى بهذه المناطق.

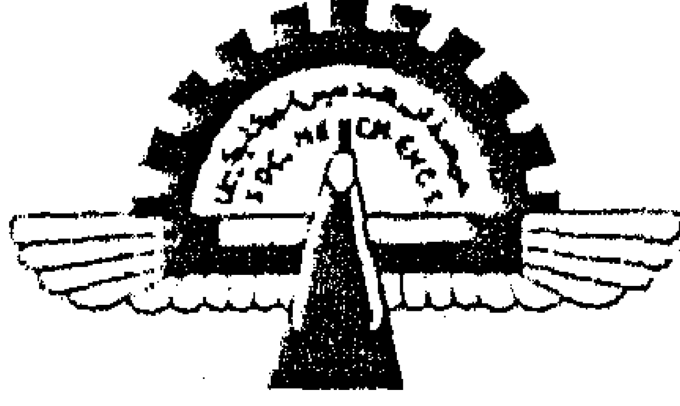
- إن أهم هذه المناطق التى يمكن تطبيق الجر الكهربائى بها هى الخطوط المستجدة والتى تقع فى المناطق الصحراوية.

- إن كهربة بعض الخطوط الفرعية الحالية بشبكة سكك حديد مصر وخاصة المفردة منها ستكون أنسب الأماكن لأستخدام الجر الكهربائى ونخص بالذكر الخطوط التى تسير فى المناطق الصحراوية مثل خط عين شمس - السويس - العين السخنه والخطوط الفرعية المغذية للخطوط الرئيسية.

- إن المدن الجديدة هى أول الأماكن التى يجب أن تبدأ بكهربة النقل السككى الداخلى بها مثل ٦ أكتوبر - الشيخ زايد - العاشر من رمضان - السادات و ..... لأن هذه المدن لن يحدث لها أزدهار إلا عن طريق النقل السككى بخطوط الترام السريع أو المترو ولنا فى تطوير مدينة مصر الجديدة أسوة يجب أن نقتدى بها.

- إن المكاتب الأستشارية المصرية المتخصصة بما لها من خبرات إكتسبتها على مدى عقود طويلة يسعدها أن تكلف بدراسات الجدوى اللازمة لهذه المشروعات والبدائل.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية

2/4

الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها فى التنمية المستدامة فى مصر

دكتورة / الهام محمود احمد

RENEWABLE ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EGYPT

BY: DR. ENG. ELHAM MAHMOUD
NEW&RENEWABLE ENERGY AUTHORITY, CAIRO, EGYPT

1. Introduction

The economic development of modern societies is crucially dependent on energy. The way this energy is produced, supplied and consumed strongly affects the local and global environment, and is therefore a key issue in Sustainable Development (SD), that is development that meets the needs of the present without comprising the ability of future generations to meet their own needs, in other words a continuous supply of energy is essential for economic development; energy provision is particularly important in the agro-industry, services, production, and transport sectors, as well as for the household. Energy plans and schemes can be developed within a sustainable development framework to increase productivity, conserve and reduce the degradation of natural resources, improve the quality of life in poor rural areas by supporting the improvement of basic services, contribute to the development of income and employment generating activities, and help ensure food security. Meanwhile the conventional production, conversion and consumption of energy has its environmental impacts.

Renewable energy sources (renewables) can meet many times the present world energy demand. Their potential is enormous. They can enhance diversity energy supplies, and reduce local and global atmospheric emissions. They can also provide commercially attractive options to meet specific needs for energy services (particularly in developing countries and rural areas), create new employment opportunities, and offer possibilities for local manufacturing of equipment.

This paper reviews the prospects for renewable energy sources and technologies, presents the current status of their applications in Egypt, and identifies barriers, opportunities and key issues on which actions are needed to help making the required contribution of renewables in our energy mix. Section 2 presents a general review of the renewable energy technologies and applications. Section 3 presents briefly the renewable energy (RE) status in Egypt, while section 4 summarizes the barriers and opportunities to promote and widely use renewable energy technologies. The conclusions and recommendations are presented in section 5.

2. Renewables Today.

Renewable energy (RE) is defined as an energy resource that replaces itself within a human lifetime. Examples include, solar energy, wind energy, running water, biomass energy, geothermal energy, tidal power, wave energy, and Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC).

More recently, the UK Renewable Advisory Group (REAG) defined renewable energy as " the term used to cover those energy flows that occur naturally and repeatedly in the environment and can be harnessed for human benefit. The ultimate sources of most of this energy are the sun, gravity and the earth's rotation."[1]

Most renewables are derived from solar radiation, including the direct use of energy for heating or electricity generation, and indirect form such as energy from the wind, waves and running water, and from plants and animals (wood, straw, dung, and other plant wastes). Tidal sources of energy result from the gravitational pull of the moon and sun, and geothermal energy comes from the heat generated within the earth. Energy from wastes of all kinds is also often included under the heading of renewables.
Renewables have been important for humans since the beginning of civilization. For Centuries and in many ways, biomass has been used for heating, cooking, steam raising, and power generation, hydropower and wind energy, for movement and later for electricity production.
Renewable energy technologies (RETs) range from technologies that are well established and mature to those that need further research and development. The following is a brief review of the renewable energy sources, their applications and technical potential.

2.1 Biomass Energy

Biomass is a rather simple term for all organic material that stems from plants, trees, and crops. Biomass sources are therefore diverse, including organic waste streams, agricultural and forestry residues, as well as crops grown to produce heat, fuels, and electricity.
Since the early 1990s biomass has gained considerable interest worldwide. Its geographic distribution is relatively even. It has the potential to produce modern energy carriers that are clean and convenient to use. It can make a large contribution to rural development, and its attractive costs make it a promising energy source in many regions. The application of commercial and modern biomass energy systems is growing in many countries.
Biomass energy conversion technologies are:

- Production of heat.
- Production of electricity.
- Large gasification.
- Small gasification.
- Biogas production.
- Production of liquid and gaseous fuels from biomass (bio-oil and bio-crude), Ethanol, Esters from oilseeds, Methanol, hydrogen, and hydrocarbons through gasification.

2.2 Wind Energy

Wind energy, in common with other renewable energy sources, is broadly available but diffuse. Wind energy was widely used as a source of power before the industrial revolution, but later displaced by fossil fuel use because of differences in costs and reliability. The oil crises of the 1970s, however, triggered renewed interest in wind energy technology for grid-connected electricity production, water pumping, and power supply in remote areas.

In recent decades enormous progress has been made in the development of wind turbines for electricity production. Around 1980 the first modern grid-connected wind turbines were installed. In 1990 about 2,000 megawatts of grid-connected wind power was in operation worldwide, and at the beginning of 2000, about 13,500 megawatts [2]. In addition, more than 1 million water-pumping wind turbines (wind pumps), manufactured in many developing countries, supply water for livestock, mainly in remote areas, and tens of thousands of small battery-charging wind generators are operated in China, Mongolia, and Central Asia.
The economic potential of wind energy depends on the economics of wind turbine systems and of alternative options. Apart from investment costs, the most important parameter determining the economics of a wind turbine system is the annual energy output, in turn determined by such parameters as average wind speed, statistical wind speed distribution, turbulence intensities, and roughness of the surrounding terrain. The power in wind is proportional to the third power of the momentary wind speed. Because of the sensitivity to wind speed, determining the potential of wind energy at a specific site is not straightforward. More accurate meteorological measurements and wind energy maps and handbooks are being produced and (mostly) published; enabling wind project developers to better assess the long-term economic performance of their projects.

From the beginning of the modern wind energy technology era in the mid-1970s, there has been gradual growth in the unit size of commercial machines. In the mid-1970s the typical size of a wind turbine was 30 kilowatts of generating capacity, with a rotor diameter of 10 meters. The largest units installed in 1998 had capacities of 650 kilowatts with rotor diameters of 66 meters. By 1999, 460 units with a generating capacity of 1 megawatt or more were installed worldwide. Turbines with an installed power of 2 megawatts (70 meters diameter) are being introduced in the market, and 3–5 megawatt machines are on the drawing board. Table (1) presents the average size of the installed wind turbines from 1992 to 1999. [2]

Table (1) Average Size of Installed Wind Turbines, 1992-99

Year	Size (Kilowatts)
1992	200
1994	300
1996	500
1998	600
1999	700

2.3 Photovoltaic solar energy

Photovoltaic solar energy conversion is the direct conversion of sunlight into electricity. This can be done by flat plate and concentrator systems. An essential component of these systems is the solar cell, in which the photovoltaic effect (the generation of free electrons using the energy of light particles) takes place. These electrons are used to generate electricity.

The technical potential of photovoltaics has been studied in some detail in several countries. In densely populated countries with a well-developed infrastructure, there is an emphasis on applications of grid-connected photovoltaic systems in the built environment (including infrastructure objects like railways and roads). These systems are necessarily small- or medium-sized; typically 1 kilowatt to 1 megawatt. The electricity is generated physically close to the place where electricity is also consumed. In less densely populated countries, there is also considerable interest in 'ground-based' systems, generally 1 megawatt. In countries or rural regions with a weak or incomplete grid infrastructure, small standalone systems and modular electric systems may be used for electrification of houses or village communities.

Between 1983 and 1999 photovoltaic shipments grew by just over 15 percent a year. In 1998 around 150 megawatts of solar cell modules were produced, in 1999 nearly 200 megawatts. In 1998 cumulative production was around 800 megawatts.

The efficiency of an ideal photovoltaic cell is about 30 percent at most (for a single cell under natural sunlight). Higher efficiencies can be achieved by stacking cells with different optical properties in a tandem device, by using concentrator cells, or by combining these two. The efficiency of practical solar cells is determined by several loss mechanisms. An overview of efficiencies achieved through 1999 for different cells and modules is given in table (2).

Table (2) important photovoltaic solar cell and module technologies [2]

Technology	Symbol	Characteristic	Record efficiency Laboratory cells (%)	Typical efficiency Commercial flat-plate Modules (%)
Single crystal silicon	sc-Si	Wafer-type	24	13–15
Multi-crystalline silicon	mc-Si	Wafer type	19	12–14
Crystalline silicon films on ceramics	f-Si	Wafer type	17	(8–11)
Crystalline silicon films on glass		Thin film	9	
Amorphous silicon (including silicon-germanium tandems)	a-Si	Thin film	13	6–9
Copper-indium/gallium-diselenide	CIGS	Thin film	18	(8–11)
Cadmium telluride	CdTe	Thin film	16	(7–10)
Organic cells (including dye-sensitized titanium dioxide cells)		Thin film	11	
High-efficiency tandem cells	III-V	Wafer and thin film	30	
High-efficiency concentrator cells	III-V	Wafer and thin-film	33 (tandem) 28 (single)	

2.4 Solar thermal electricity

Solar radiation can produce high-temperature heat, which can generate electricity. The most important solar thermal technologies to produce electricity (concentrating) use direct irradiation. The primary market for concentrating solar thermal electric technologies is in sunnier regions, particularly in warm temperate, sub-tropical, or desert areas. About one percent of the world's desert area used by solar thermal power plants would be sufficient to generate today's world electricity demand.

Solar thermal electricity (STE) is probably 20 years behind wind power in market exploitation. In 1998 operating STE capacity was about 400 megawatts of electricity, with annual electricity output of nearly 1 terawatt-hour.
Because STE costs are dropping rapidly towards levels similar to those obtained by wind, STE may grow in a manner somewhat similar to wind. If the growth rate were 20–25 percent after 2010, this installed STE capacity would be 12,000–18,000 megawatts of electricity by 2020. If annual growth rate then averages 15 percent a year, the result would be 800–1,200 gigawatts of electricity by 2050. The Cost Reduction Study for Solar Thermal Power Plants, prepared for the World Bank in early 1999 [3], concludes that the large potential market of STE could reach an annual installation rate of 2,000 megawatts of electricity.

Solar thermal electricity technologies

Five distinct solar thermal electric conversion concepts are available, each with different operating and commercial features. Two non-concentrating technologies (solar chimney and solar pond) are not included in this brief description of emerging solar thermal power concepts, because they lack significantly sized pilot and demonstration test facilities.
All concentrating solar power technologies rely on four basic key elements: collector/concentrator, receiver, transport/storage, and power conversion. The collector/ concentrator captures and concentrates solar radiation, which is then delivered to the receiver. The receiver absorbs the concentrated sunlight, transferring its heat energy to a working fluid. The transport/storage system passes the fluid from the receiver to the power conversion system. In some solar thermal plants a portion of the thermal energy is stored for later use. As solar thermal power conversion systems, Rankin, Brayton, combined, and Stirling cycles have been successfully demonstrated.
An inherent advantage of STE technologies is their unique ability to be integrated with conventional thermal plants. All of them can be integrated as a solar boiler into conventional thermal cycles, in parallel with a fossil-fuelled boiler. The three concentrating technologies are:

- **Parabolic trough systems**

The parabolic trough (solar farm) consists of long parallel rows of identical concentrator modules, typically using trough-shaped glass mirrors. Tracking the sun from east to west by rotation on one axis, the trough collector concentrates the direct solar radiation onto an absorber pipe located along its focal line. A heat transfer medium, typically oil at temperatures up to 400 degrees Celsius, is circulated through the pipes. The hot oil converts water to steam, driving the steam turbine generator of a conventional power block. The technology is under active development and refinement to improve its performance and reduce production costs.

- **Central receiver/power tower**

The solar central receiver or power tower is surrounded by a large array of two-axis tracking mirrors—termed heliostats—reflecting direct solar radiation onto a fixed receiver located on the top of the tower. Within the receiver, a fluid transfers the absorbed solar heat to the power block where it is used to heat a steam generator. Water, air, liquid metal, and molten salt have been tested as fluids. Advanced high-temperature power tower concepts are now under investigation, heating pressurized air to more than 1,000 degrees Celsius to feed it into the gas turbines of modern combined cycles.

- **Dish/engine power plants**

Parabolic dish systems consist of a parabolic-shaped point focus concentrator in the form of a dish that reflects solar radiation onto a receiver mounted at the focal point. These concentrators are mounted on a structure with a two-axis tracking system to follow the sun. The collected heat is often used directly by a heat engine, mounted on the receiver. Stirling and Brayton cycle engines are currently favored for decentralized power conversion Central Rankin cycles are being studied for large fields of such dishes where the receiver does not contain a heat engine.

2.5 Low-temperature solar energy

The easiest and most direct application of solar energy is the direct conversion of sunlight into low-temperature heat—up to a temperature of 100 degrees Celsius. In general, two classes of technologies can be distinguished: passive and active solar energy conversion. With active conversion there is always a solar collector, and the heat is transported to the process by a medium. With passive conversion the conversion takes place in the process, so no active components are used. The Low-temperature solar energy technologies and systems are:

- **Solar domestic hot water systems**: The solar. domestic hot water system (SDHW) consists of three components: a solar collector panel, a storage tank, and a circulation system to transfer the heat from the panel to the store.

- **Large water heating systems**: Solar thermal systems can provide heat and hot water for direct use or as pre-heated water to boilers that generate steam. Such large water heating systems find widespread use in swimming pools, hotels, hospitals, and homes for the elderly. Other markets are fertilizer and chemical factories, textile mills, dairies, and food processing units.

- **Solar space heating**: Space heating systems are available as water systems and as air heating systems, with air heating systems generally cheaper. Water-based systems are usually solar combi-systems that supply domestic hot water and space heating.

- **District heating**: Solar energy can also be applied for district heating. Providing hot water and space heat, several of these systems, using a central collector area, have been realized in Denmark, Germany, and Sweden.

- **Heat pumps**: Heat pumps can generate high-temperature heat from a low-temperature heat source. Working in the opposite direction the same appliance can also be used as a cooling device. In fact most heat pumps are air conditioners that are also suitable for heating purposes. Energy (mostly electricity) is needed to operate the heat pump. Typically the heat energy output is two to four times the electrical energy input. But by further improving the performance of the heat pump and by using electricity from renewable sources (hydro, wind, photovoltaics), this contribution will be definitely positive.

- **Solar cooling**: Cooling with solar heat seems an obvious application, because demand for cooling and supply of solar heat is in phase.

- **Solar cooking**: China and India are among several countries promoting the use of solar cookers. A simple box-type cooker and a parabolic concentrating type cooker are among the common models deployed. Efforts have also been made to develop solar cookers for institutional use. Solar cooking devices have certain limitations and can only supplement, not replace conventional fuels.
- **Solar crop drying**: The drying of agricultural products requires large quantities of low-temperature heat in many cases, year round. Low-cost air-based solar collectors can provide this heat at collection efficiencies of 30–70 percent [4]. The technology for solar crop drying is available, and its application can be economically viable.

- **Passive solar energy use:** The application of passive solar principles can contribute significantly to the reduction of (active) energy demands for heating, cooling, lighting, and ventilating buildings to allow day-lighting while keeping out the cold or heat.

2.6 Hydroelectricity

There is a general view that hydroelectricity is the renewable energy source par excellence, non-exhaustible, non-polluting, and more economically attractive than other options. Hydropower contributes about 20 percent to the electricity supply, about a third of its potential. The supply of hydroelectricity may grow from 2,600 terawatt-hours a year in 1997 (of which about 3.5 percent from small-scale hydropower) to 3,000 terawatt-hours a year in 2001 and to 6,000 terawatt- hours a year in 2050. It is a clean energy source with many technical advantages over thermal and nuclear plants: operating reserves, spinning reserves, load following services, voltage control, and cold start capability.

2.7 Geothermal energy

Geothermal energy has been used for bathing and washing for thousands of years, but it is only in the 20th century that it has been harnessed on a large scale for space heating, industrial energy use, and electricity production. Prince Piero Ginori Conti initiated electric power generation with geothermal steam at Larderello in Italy in 1904. The first large Municipal district heating service started in Iceland in the 1930s.

The potential of geothermal energy applications are:

- Electricity production.
- Direct use of geothermal energy.
- Heat pump applications

Geothermal energy has been used commercially for 70 years, both for electricity generation and direct use, with use increasing rapidly in the past three decades. In 1975–95 the growth rate for electricity generation was about 9 percent a year and in recent years about 4 percent a year. For direct use it was about 6 percent a year. For the 46 countries with records of geothermal use the electricity generated was 44 terawatt-hours of electricity and the direct use 38 terawatt-hours of thermal energy in 1997.

2.8 Marine energy technologies

The oceans, covering more than two-thirds of the Earth, represent an enormous energy resource containing vastly more energy than the human race could possibly use. The energy of the seas is stored partly as kinetic energy from the motion of waves and currents and partly as thermal energy from the sun. Although most marine energy is too diffuse and too far from where it is needed to be economically exploited, in special situations it can be effectively captured for practical use.

The main marine energy resources can be summarized, in order of maturity and use, as:

- **Tidal barrage energy:** The rise and fall of the tides creates, in effect, a low-head hydropower system. Tidal energy has been exploited in this way on a small scale for centuries in the form of water mills. The one large modern version is the 240 megawatt-electric La Rance scheme, built in France in the 1960s, the world's largest tidal barrage, using a conventional bulb turbine. A handful of smaller schemes have also been built.

- **Wave energy**: Energy can be extracted from waves. As an example, in deep water off the northwest coast of Scotland (one of the more intense wave climates in the world) the average energy along the prevailing wave front can be 70 kilowatts a meter (or more). Closer inshore this falls to an average of around 20 or 30 kilowatts a meter, and along the shoreline to about 10 kilowatts a meter or less. The energy availability is thus sensitive to the distance from the shoreline [5]. Wave energy remains at an experimental stage, with only a few prototype systems actually working. All of the few existing systems that have run for more than a few hours are shoreline devices (built into the shore).
- **Tidal and marine current energy**: Tidal and marine current energy is the most recent of the marine energy resources to be seriously studied, with most work in the 1990s. The results show that large-scale energy generation from currents requires a totally submerged turbine—and, to be reliable, offshore large, robust systems are required that are only now becoming technically feasible.

- **Ocean thermal energy conversion**: Exploiting natural temperature differences in the sea by using some form of heat engine, potentially the largest source of renewable energy of all, has been considered and discussed for the best part of 100 years [1]. But the laws of thermodynamics demand as large a temperature difference as possible to deliver a technically feasible and reasonably economic system. OTEC requires a temperature difference of about 20 degrees Celsius, and this limits the application of this technology to a few tropical regions with very deep water. Two main processes are used for power production from this source, both based on the Rankine (steam/vapor) cycle:

3. Renewable Energy in Egypt

3.1 Strategy and Policy

The government of Egypt realized in early 1980's the fact that the traditional energy resources will fall short to satisfy their future needs. A national strategy for the development of energy conservation measures and renewable energy applications were formulated in 1982 as an integral element of national energy planning. The New & Renewable Energy Authority (NREA) was established in 1986 to be a focal point for renewable energy activities in Egypt. The renewable energy strategy targets to supply 3% of the electricity production from renewable resources by the year 2010. [6]

It is obvious that the implementation of such strategy will be an essential element of the national plans for achieving sustainable development and protection of the environment via upgrading energy efficiency and replacing conventional polluting resources by renewables. To satisfy the energy needs for the country's development plans, and to make sure that renewable energy takes its proper place in the sustainable supply and use of energy for greatest benefit of all, the Government has made a commitment to the following:

(a) Consider renewable energy as an integral part of the country's energy mix,
(b) Adopt technologies and applications that are approaching maturity and may be replicated widely,
(c) Link renewable energy and energy efficiency programme,
(d) Upgrade local industrial capabilities to accommodate renewable energy technologies,
(e) Maximize the use of renewable energy sources within the electric power sector where feasible.

3.2 Resources and Technologies

Egypt is endowed with a significant amount of renewable energy resources. Some of these resources such as solar and wind have been used in a commercial scale while the use of the other resources is still in the research and development phase. In this paper, we will consider only the solar, wind and biomass energy technologies and applications in Egypt.

3.2.1 Solar Energy

The first action enabling the achievement of the strategic objectives was the assessment of the solar resource in Egypt, several studies and research audits have indicated that Egypt enjoys excellent solar availability, the annual global solar radiation is between 900-2600kWh/m2. The resource assessment led to the preparation of the Egyptian Solar Atlas, which includes a typical meteorological year data and maps.

Encouraged by its proven rich solar resource and in view of the energy demand projections and the progress accomplished in the Egyptian industries in the last two decades, Egypt has shown great interest in solar technologies (solar thermal and photovoltaic).

Solar Thermal technologies were identified to be among the main renewable energy technology options that can impact in achieving the strategy targets. Intensive efforts were directed mainly to photovoltaics and three solar thermal options:

- Photovoltaic applications.
- Solar thermal water heating (STWH) for domestic and commercial sectors.
- Solar thermal systems for industrial process heat (IPH).
- Solar thermal electricity generation (STEG).

3.2.1.1 Photovoltaic Technology:

The electricity demand is growing rapidly in Egypt, so the efforts are directed to develop the use of renewable energy technologies in rural and remote areas. Photovoltaics for electricity production and pumping groundwater seem to be more relevant solution for currently energy requirements at these areas.

Status of PV applications in Egypt:

The present use of PV in Egypt is characterized by few traditional, professional applications financed on commercial terms and numerous donors. An estimate of the installed PV capacity in Egypt had reached about 1 MWp (1995), several projects and plans totaling more than 10MW are under preparation.

In general terms the status for PV applications in Egypt can be grouped into four categories:

- Remote / professional services (telecommunication, railroad, navigation, and aids).
- Donor assisted applications (mostly water pumping & treatment).
- Private sector applications (billboards& small farms).
- NREA & other governmental body applications.

3.2.1.2 Solar thermal water heating (STWH) for domestic and commercial sectors:

Among the technologies mentioned in section 2.5, the domestic solar water heating (DSWH) proved to be accepted and can be applied on a reasonable scale in Egypt.
In 1980, in order to introduce the technology to the Egyptian market, the Ministry of Electricity & Energy imported 1000 DSWH systems, using flat-plate collector technology. In the same year, the first private sector local manufacture started. DSWH systems are manufactured locally since then. About 200,000 families are using DSWH systems currently in Egypt.
In 1992 NREA established the out-door solar thermal laboratory which is currently the main research, testing and certification facility for solar thermal applications in Egypt. More than 7 local manufacturers are now working in the field.
Over 65% of the total energy saving by renewable energies in the last decade was due to the commercialization of solar thermal technologies, mainly domestic solar water heaters.

3.2.1.3 Solar industrial process heat (IPH):

The sectoral energy consumption in Egypt has always shown that the industrial sector consumes almost 50% of the total national primary energy consumption.
Industrial process heat (IPH) consumes more than 60% of the total industrial energy consumption distributed among the different types of industry. Several studies are attempted to forecast the future projections of the industrial process heat annual demand. Several scenarios have been proposed depending on expectations of the Egyptian economy structure and industry situation. Two demonstration projects were implemented by NREA and another one is under implementation.

3.2.1.4 Solar Thermal Electricity Generation (STEG):

NREA has developed an ambitious program for large - scale electricity generation using Integrated Solar Combined Cycle Power Plant to help meet local electricity needs and expected electricity export to Europe.

In 1995, NREA initiated a program for Bulk Renewable Energy Electricity Production Program (BREEPP) for large-scale power generation, which focused mainly on Solar Thermal Electricity Generation (STEG) using mature and appropriate technologies. The first Egyptian Integrated Solar Combined Cycle System (ISCCS) power plant with a capacity of 126 MW in Kuraymat is under implementation. The GEF/World Bank funded the incremental cost with a target date of operation during 2004. Two other similar projects are anticipated to be implemented before 2010.

3.2.2 WIND ENERGY APPLICATIONS

In the field of wind energy, the following preparatory activities were undertaken:

- Assessment of Wind Resource.
- Conducting financial & economic and environmental feasibility studies.
- Establishment of training programs, and
- Establishment of demonstration projects.

These were followed by an active program, started by NREA and supported by many international donors, for the implementation of large - scale grid connected wind farms. The project aims at installing 600 MW of wind turbines by the year 2010. The first 300MW are scheduled to be in operation by 2004. Sixty three (63) MW out of these 300MW have already been installed and connected to the grid. The other 300MW are planned to be implemented by private sector.

For the purpose of training and capacity building, the Wind Energy Technology Center at Hurghada is equipped with the necessary training facilities to serve as the first training center in the Middle East and Africa, in the field of wind energy technology. Also this center is used for monitoring and testing both large and small-scale wind turbines. The center is also considered as a national and international training, research and certification center.

3.2.3 BIOMASS ENERGY:

More than half of the world population use wood and agricultural residues, or what we can call biomass resources, as a primary energy source for household purposes.

Biomass Resource Assessment:

In Egypt the total biomass resources potential reaches 40 million Ton / year [7].
Table (3) shows the biomass resources potential of Egypt [7]. It is clear that the biomass resources contribute more than 3.6 MTOE / year (primary energy). Due to the expected applications of the efficient new modern technologies on the available biomass resources' this contribution effect will be increased in the future.

Table (3): Biomass potential resources, available and used quantities.

Kind of wastes	Total Potential (TP)		Total available For energy		Total utilized as energy	
	MT/y	MTOE/y #	% To TP	MTOE/y	% To TP	MTOE/y
Agr. Residues: - Plant	18.7	7.48	46	3.50	41	3.06 *
-Animal	7.6	2.66	36	0.95	15	0.40
Municipal	6.6	1.65	36	0.59	5	0.08
Sewage	4.3	0.86	56	0.48	10	0.09 **
Industrial	##					
Total	37.2	12.65	43.6	5.53	28.7	3.63

* 65 % ; is the sugar cane - baggas used in the sugar factories as a fuel.

** A huge biogas plant of 220 000 m^3 digester volume has a 18 MW electric power generation plant is under initial starting in the El-Gabal El-Asfer sewage treatment plant for Cairo.

\# The average calorific value used in energy calculations for different kinds of wastes; plants, animals, municipals and sewage are 4000 - 3500 - 2500 - 2000 kcal/ kg dry matter receptively.

\## Data are not available, but it has considerable amount.

Status of Biomass Projects:

With few exceptions, biomass activities in Egypt have been focused mainly on small-scale biogas plants with a digester volume ranging between 5 and 50 m^3. Application of larger systems has been limited and unsuccessful.

On the large-scale level, biogas activities have not moved away from the laboratory or pilot scale, so only few larger plants were constructed. One of them was a 170-m3 digester in EL-Giza Army Camp, constructed in the beginning of the 1980 with Food &Agriculture Organization (FAO). At present a huge Biogas plant is constructed by General Organization for Sewage Treatment (GOST), but it is not related to the Biogas programs.

Plant residues are considered the most important traditional fuel in the Egyptian rural area. So the biomass laboratories at NREA testing and certification center are equipped with an advanced briquetting system to convert ligneous plant residues into an alternative solid fuel. These briquettes are uniformly shaped easy to be transported, stored and having better physical and combustion properties than that of the initial residues. They are also free of insects and diseases' carriers. Eventually this will produce an improved sort of solid fuel that can be used efficiently to save more quantities of alternative energy sources as petroleum and electricity.

4. Opportunities & Barriers

4.1 Opportunities

Renewables can offer attractive benefits on several fronts. There is good opportunity for widespread use of renewable energy applications in Egypt. First of all Egypt is endowed with very rich renewables. Secondly, renewables can provide a cost – effective way of electrifying remote villages where grid connection would be impractical and the only feasible alternative is expensive diesel power plant. This can be used for the remote villages in Sinai, West desert and the New Valley. The modest scale and modular nature of renewable energy plant means that the construction can be carried out locally, and also allows the installations to be commissioned unit by unit. The third main opportunity is the high international interest in the climate change and environmental issues. The World Energy Council (WEC) study [8], provides an insight into the significant contribution to world energy supplies, which would need to come from renewables by the year 2020 in order to stabilize global greenhouse gas emissions, and proposes a 30% contribution from renewables by that year. The World Bank and the Global Environment Facility (GEF) encourages renewable energy applications and funds the incremental costs for many projects in developing countries. Beside other opportunities renewables can create significant new employment and job opportunities.

4.2 Barriers

The RETs study [9], has identified the following as the key obstacles to the development and dissemination of renewable energy applications in Egypt:

- Costs and Benefits

The costs and benefits barrier has been identified as the most important barrier to most of the renewable energy technologies, which are characterized by high initial costs with benefits that are difficult to quantify; there is time lag between incurring the costs at the very beginning and reaping the benefits over time, and who should bear the higher costs.

- Lack of Information

The second key barrier identified is information barrier. The study revealed that information on the benefits associated with renewable energy applications was not widespread and that in general people are simply not aware of the costs, benefits, usefulness and reliability of these technologies.

- Taxes and import duties

As in many other developing countries, renewable energy systems and components are considered luxurious products and therefore charged very high import duty. Sometimes, tax exemptions are limited to equipment, which is imported in the framework of co-operation projects, public projects, programs, or the activities of Non-Governmental Organizations (NGOs). This is of course unfavorable for commercialization of RETs applications.

- Financial barriers

Most banks and other financial institutions regard renewable energy projects as risky investments. Experience in several countries indicate that a guaranteed market for the energy produced, with perhaps a premium price for some initial period, can be a powerful stimulus in obtaining investment capital since it reduces the uncertainty of project viability;

- Technical barriers

The unavailable some spare parts and after sales services, the unreliability of some components are recognized as main technical barriers.

5. Conclusion and recommendations

Renewables are still in the process of building up the substantial track record necessary to prove their cost-effectiveness, reliability and maintainability in commercial markets. Until they have built up such a record, they will not be regarded as a mature energy source by the energy supply industries and financial institutions. R & D and demonstration therefore has to continue and be strengthened.

Renewables remain more expensive in terms of cost of energy delivered than conventional fuel and power sources in most markets. The competitive position of renewable is improving through research, development, demonstration and market simulation programs. The competitive position of renewables would improve if policies to incorporate environmentally and price of energy supply and use were adopted internationally and price subsidies withdrawn. Such policies would have a direct and immediate effect on investment decisions in energy plant and infrastructure.

The following are some recommended actions that can be taken to remove the different barriers:

Economical / Financial

- Creation of new financial schemes for the RETs applications components and systems.
- Modifying the taxes and duties for the components and / or materials needed for RE systems.
- More government-supported market incentives to encourage further commercial development and deployment RE technologies are needed to help overcome market reluctance to invest in RE systems.

Technical

- Setting rules and legislation for quality assurance, standardization, certification for all the RE components and systems.
- Manufactures / suppliers / agents should have their representatives and centers near the consumers and between them.

Information and Awareness:

Development of effective public awareness and promotion programs such as demonstrating systems, some printed materials (leaflets, brochures... etc), training courses, seminars, presentations and workshops for targeted users, small-scale laboratories in schools and universities.

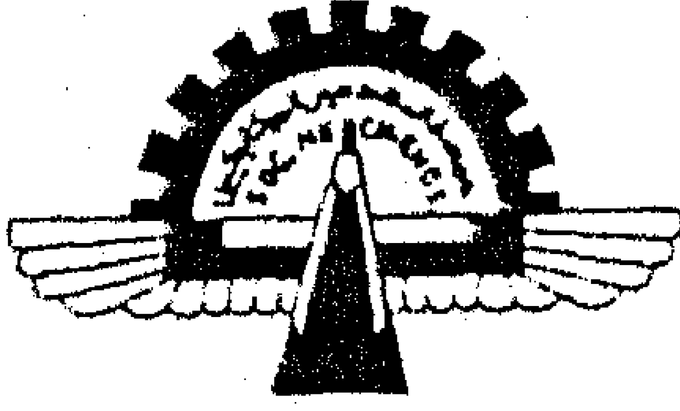
Donor support:

The support of the international organizations is urgently needed especially for setting monetary values for emission's reduction to subsidize RETs.

REFERENCES

[1] "Renewable energy, power for a sustainable future", by Godfrey Boyle, Oxford University press, 1996.
[2] "World Energy Assessment", energy and the challenge of sustainability" UNDP, UNDESA, WEC, Sept.2000.
[3] "Cost Reduction study for solar thermal power plants", Enermodal, 1999.
[4] "Potential for solar drying in the world", Vosker,R.G.J.H., and S. Carpenter, 1999.
[5] ETSU, and DTI 1999. New and renewable energy: prospects in the UK for the 21st Century – Supporting Analysis.Harwell.
[6] New and Renewable Energy Authority, Ministry of Electricity and Energy, Egypt, "Country Profile", 2000.
[7] H. A. Gomma, "National strategy for biomass energy in Egypt", National forum on biomass energy, Cairo, Nov. 1999.
[8] Renewable energy resources: opportunities and constraints 1990-2020, World Energy Council, 1993.
[9] "Renewable energy technologies (RETs), opportunities and barriers, Egypt country study, NREA & UNEP, Cairo 2000.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية

1/3/4

تكنولوجيا تطهير الصحراء الغربية من الالغام وتنمية المساحات التى تشغلها

لواء مهندس / فتحى قوزمان

محتويات البحث

تطهير الصحراء الغربية من الألغام
وتنمية المساحات التى تشغلها

محتويات البحث

أولا : مقدمه :

لقد شهد مسرح العمليات بالصحراء الغربية أهم معارك الحرب العالمية الثانية بين قوات المحور وقوات الحلفاء التى إمتدت من السلوم حتى برج العرب وإنتهت بمعركة العلمين التى إنتصرت فيها الحلفاء والتى تعتبر المعركة الحاسمة فى الحرب العالمية الثانية فى شمال أفريقيا ، وليس صحيحا ما يتصوره البعض من أن حقول الألغام ومخلفات الحرب العالمية الثانية مركزة فى منطقة العلمين فقط بل أنها تنتشر فى مناطق السلوم ، سيدى برانى ، مرسى مطروح ، العلمين ، رأس الحكمة ، وتتعدد أنواع وأحجام الألغام المزروعة بمناطق الصحراء الغربية بتعدد القوات التى شاركت فى هذه المعارك ٠

ومما لا شك فيه أن مصر تعتبر من أكثر دول العالم تضرراً من الألغام ومخلفات الحروب حيث إن بها ٢٢ مليون لغم / دانة (هذا الرقم تم اعتماده فى مؤتمر جنيف ١٩٩٥م) من إجمالى ١٠٢ مليون لغم مزروعة فى ٦٥ دولة فى العالم طبقا للتقرير الصادر بمعرفة مكتب التخلص من الألغام التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية وبذلك فإن فى مصر حوالى ٢١% من الألغام الموجودة فى العالم٠

ثانيا : حجم مشكلة الألغام من الصحراء الغربية

إن إجمالى مساحة مناطق حقول الألغام فى الصحراء الغربية حوالى ٢٨٧ ألف هكتار ويقدر حجم الألغام ومخلفات الحرب بها وقتئذ حوالى ٢٢ مليون لغم وقنبلة ودانة ، وأصبحت المساحة الآن حوالى ٢٤٨ ألف هكتار ويقدر حجم الألغام ومخلفات الحرب فيها ١٦,٧ مليون لغم وقنبلة ودانة ٠

ولا تقتصر المشكلة على الحجم الكبير من المساحات والألغام المطلوب ازالتها بل ان هناك مشكلة رئيسية أخرى وهى صعوبة اكتشاف هذه الألغام حيث أنه بعد مرور أكثر من ٥٠ عاماً فإن العوامل الجوية أثرت عل مناطق الألغام فنجد أن السيول وعوامل التعرية قد جرفت بعض هذه الألغام الى مناطق أخرى وهو ما أدى الى وجود مساحات مشبوهة خطرة ، كما أن بعض هذه المناطق غطتها الكثبان الرملية بارتفاعات مختلفة مما يجعل عملية اكتشاف الألغام بها أمراً بالغ الصعوبة ٠

هناك أيضا مشكلة أخرى تواجه القائمين بأعمال التطهير وهى أنه بمرور الوقت زادت حساسية الألغام وهو ما يؤدى الى خطورة حقيقية على الأفراد القائمين بالازالة ٠

كما توجد مشكلة عدم وجود تسجيلات دقيقة لحقول الألغام ٠

ثالثا : الجهود التى بذلتها القوات المسلحة لحل هذه المشكلة ٠

بعد حرب عام ١٩٧٣م لم يكن هناك تركيزآ كبيرآ على ازالة الألغام فى الصحراء الغربية وكان الاتجاه مركزآ فى الاتجاه الشمالى الشرقى ، وفى عام ١٩٨١ م وضعت القوات المسلحة خطة لبدء تطهير حقول الألغام ومخلفات الحرب فى الاتجاه الاستراتيجى الغربى (الصحراء الغربية) لتخدم خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للدولة فى تلك المنطقة ٠

ونظرآ لقلة المعلومات عن حقول الألغام ومخلفات الحرب الموجودة فى الصحراء الغربية دعت القوات المسلحة الدول التى وضعتها وهى فرنسا وألمانيا وإيطاليا وأمريكا وأنجلترا حيث أنهم كانوا يمثلون دول الحلفاء لعقد مؤتمر فى فبراير ١٩٨٣ م واستمر هذا المؤتمر خمسة عشر يوما وأسفر عن حصول القوات المسلحة من انجلترا على عدد سبعة رسم كروكى لحقول الألغام وليس خرائط وحصلت من ايطاليا على مجموعة كروكيات أعمال قتال وهى تمثل مناطق مشبوهة بها دانات وقنابل لنكون حذرين فى التجول أو التعامل مع هذه المناطق ، كما حصلت على مجموعة كتب تمثل كيفية رص حقول الألغام ونوع الألغام للمساعدة فى ازالة تلك الألغام وكان نتيجة جهود الهيئة الهندسية بالقوات المسلحة خلال الفترة من عام ١٩٨١ م وحتى عام ١٩٨٨م تطهير مساحة ٣٨,٧ ألف هكتار وتم ازالة ٢,٩٧ مليون لغم وهى تتمثل فى تطهير حقول الألغام فى منطقة العلمين من الساحل الشمالى حتى جنوب الطريق الساحلى لمسافة ١٠٠م وتطهير مدينة مرسى مطروح ومدينة السلوم ٠

وقد قامت القوات المسلحة بالبدء فى تنفيذ خطة التطهير بالصحراء الغربية من خلال بعض مشروعات التطهير بالصحراء الغربية من خلال بعض مشروعات التطهير لصالح التنمية مثل :-

- تطهير منطقة إستصلاح أراضى جنوب العلمين بمساحة " ٢٦" ألف هكتار لصالح الهيئة العامة لمشروعات التنمية الزراعية ٠
- تطهير مساحة " ٧ " آلاف هكتار بالساحل الشمالى بالعلمين لصالح وزارة التعمير ٠
- تطهير مسار ترعة الحمام بمساحة " ١٣ " ألف هكتار لصالح وزارة الأشغال ٠
- تطهير مساحة " ٣٥ " ألف فدان بالعلمين لصالح الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية ٠
- تطهير مسار طريق وادى النطرون / العلمين بمساحة " ٣ " آلاف هكتار ٠
- تطهير مسار أنابيب بترول من الاسكندرية حتى السلوم ٠

وبناء على توجيهات القيادة السياسية لوزارة الدفاع والانتاج الحربى تقوم القوات المسلحة بتنفيذ خطة قومية لازالة الألغام من الصحراء الغربية من عام ١٩٩٩ حتى عام ٢٠٠٦م ٠

وهى تحتاج الى جهود ومساعدات جميع الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية ٠

وتؤكد اللجنة على أن القوات المسلحة قادرة على تطهير الصحراء الغربية بجمهورية مصر العربية من الألغام وليست فى حاجة الى معونات فنية ولكنها فى حاجة الى :-

- معونة مادية تتمثل في حوالى ٢٥٠ مليون دولار
- مكتشفات الغام حديثة قادرة على الكشف عن الألغام فى عمق أكثر من واحد متر ٠
- معدات ميكانيكية متطورة فى مجال تطهير الألغام ٠
- اجراء عمليات تصوير (حرارى ـ اشعاعى ـ ليزر) لمسرح عمليات الحرب العالمية الثانية لتأكيد حدود المناطق الملغومة ٠
- عربات اسعاف مجهزة لاسعاف المصابين من العاملين بالتطهير ٠

رابعا : الجهود التى بذلتها وزارة الخارجية فى هذا المجال

تعتبر قضية الألغام الارضية المتخلفة عن الحرب العالمية الثانية من القضايا التى توليها وزارة الخارجية اهمية بالغة وتكرس لها جهدا ووقتا كبيرا من منطلق عرض ابعاد القضية على المستوى الداخلى والمجتمع الدولى بقية الحصول على أكبر قدر من المساعدات الدولية لتطهير المناطق المنكوبة بالصحراء الغربية وذلك لتحقيق التوسع الاقتصادى والتنموى الأفقى والسياحى ، وفى هذا الإطار ومن منطلق الاهمية البالغة لقضية الألغام ، فقد طرقت وزارة الخارجية عدة قنوات اتصال على النحوالتالى :-

١- على المستوى الداخلى تقوم وزارة الخارجية بالتعامل مع مشكلة الالغام بالصحراء الغربية من خلال لجنة قومية شكلتها الوزارة يمثل فيها جميع الجهات المعنيه بهذه القضية القومية ، وتجتمع هذه اللجنة بصفة دورية لتناقش المستجدات وتحدد الطلبات وتقدمها الى الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية للمساعدة فى ازالة الألغام كما تقوم وزارة الخارجية بالتنسيق مع وزارة الدفاع لكى تطالب تلك الدول باستكمال الخرائط وامداد مصر باجهزة خاصة بتصوير مواقع الألغام مثل التصوير الرادارى والحرارى والليزرى وامداد مصر بمكتشفات الألغام الحديثة والمتطورة وارسال الخبراء لإعطاء الدورات التدريبية الخاصة بازالة الألغام واستقبال وتقديم المساعدات اللازمة لعملية التطهير ٠

٢- على المستوى الثنائى فإن وزارة الخارجية تقوم باجراء اتصالات مع الدول المعنيه سواء من خلال المشاورات الرسمية المباشرة أو من خلال سفارتنا للخارج لحث هذه الدول على الاستجابة للمطالب المصرية العادلة لإزالة الألغام وضرورة تحمل تلك الدول لمسئوليتها الدولية فى تطهير الألغام التى زرعتها فى الاراضى المصرية خلال عملية الحرب العالمية الثانية ٠

٣- على المستوى الدولى فقد قامت وزارة الخارجية بعرض مشكلة الألغام فى مصر خلال المؤتمرات الدولية للأمم المتحدة فى دورات الجمعية العامة للأمم المتحدة وكذلك مؤتمرات جنيف الأربعة لإزالة الألغام فى يوليو ١٩٩٥ م ويناير ١٩٩٦ م، وآخرها مؤتمر أوتاوا بكندا فى أكتوبر ١٩٩٦ م ٠

وقامت وزارة الدفاع باعداد كتيب يتضمن بالشرح والصور مشكلة الألغام فى جمهورية مصر العربية تحت اسم مأساة الألغام فى مصر .

خامسا : جهود الاتحاد البرلمانى الدولى

أولى الاتحاد البرلمانى الدولى قضية الألغام أهتماما كبيرا واصدر بشأنها بعض القرارات الهامة مثل القرار الصادر عن المؤتمر التسعين للاتحاد البرلمانى الدولى (كانبرا - استراليا فى سبتمبر ١٩٩٣م) بشأن احترام القانون الدولى الانسانى ومساندة العمل الانسانى اثناء النزاعات المسلحة ، والقرار الصادر عن المؤتمر الثالث والتسعين (مدريد - اسبانيا - مارس - ابريل ١٩٩٥م) بعنوان المجتمع الدولى فى مواجهة التحديات التى تفرضها النكبات الناشئة عن النزاعات المسلحة والكوارث الطبيعية أو التى صنعها الانسان ، والقرار الصادر عن المؤتمر السادس والتسعين (بكين سبتمبر ١٩٩٦م) بعنوان الحظر للألغام المضادة للأفراد والحاجة لإزالة الألغام لأغراض انسانية ، وأخيرا القرار الصدر عن المؤتمر الثانى بعد المائة (برلين أكتوبر ١٩٩٩م) بعنوان مساهمة البرلمانات فى تأكيد احترام وتأييد القانون الدولى الانسانى فى الذكرى الخمسين لاتفاقيات جنيف الأربعة . هذا بالأضافة الى القرارين اللذين أصدرهما مجلس الاتحاد فى العيد الخمسين لانشاء الأمم المتحدة (نيويورك أغسطس ١٩٩٥م) ، وقراره فى الدورة ١٥٧ لمجلس الاتحاد (بوخارست أكتوبر ١٩٩٥م)

وقد قامت الشعبة البرلمانية المصرية باعداد مذكرات ومشروعات قرارات فى كافة النشاطات السابقة ، وأسهمت بفاعلية فى المناقشات والمداولات التى دارت حول موضوع الألغام .

سادسا : الجهود التى بذلها المهتمون بهذه المشكلة مكافحة الألغام :

قام بعض المهتمين بازالة الألغام من الصحراء الغربية بالاتصال بوزارة الخارجية المصرية لحثها على الاتصال بالدول المسئولة عن زرع هذه الألغام والعمل على ازالتها بمعرفتها مع تحمل نفقات الازالة كما تلتزم بتعويض ضحاياها فضلا عن تعويض مصر عن حرمانها من ممارسة حقوقها على ١٠% من أراضيها التى تعتبر فى حكم المحتلة من الدول الثلاث بألغامها لسنوات طويلة منذ الحرب العالمية الثانية وحتى الآن فاستحال على مصر استغلالها اقتصاديا وسياحيا ، والاستفادة من ثرواتها الطبيعية ما يزيد على نصف قرن من الزمان وقد آثار هؤلاء مشكلة الألغام المتخلفة عن الحرب العالمية الثانية فى العديد من المحاضرات واللقاءات التى دعى اليها فى وزارة الخارجية وفى الجامعات وفى لجان مجلس الشعب والنوادى والسفارات والبرامج التليفزيونية محلية وأجنبية وفى رد من السيد/ كوفى عنان أمين عام الأمم المتحدة على رسالة وجهها له أحد هؤلاء المهتمين بخصوص هذه المشكلة .

وإن هؤلاء المهتمون مازالوا يتصلون ببعض المسئولين فى الدول الثلاث لحثهم على المساهمة فى ازالة هذه الألغام .
كذلك يقوم مركز مكافحة الألغام من خلال الرصد والتوثيق الذى يقوم به لحالات الاصابات التى تحدث نتيجة انفجار تلك الألغام بتقديم خدماته للمصابين ولأهالى الضحايا فى حدود إمكانياته وبرامجه المتخصصة ، كل حالة حسب طبيعة ظروفها .

كما يناشد المركز المؤسسات والهيئات المحلية والاقليمية والدولية تقديم كل عون لهؤلاء الضحايا طبقا للبرامج المتخصصة التى تقدم لهم وتساعدهم على التكيف مع ظروف اصابتهم ومنع المزيد من هؤلاء الضحايا بمحاصرة هذا الخطر الجاثم فى الاراضى المصرية ٠

سابعا : المساعدات التى قدمت من بعض الدول للمعاونة فى حل هذه المشكلة :

وقد أسفرت الجهود التى بذلتها وزارتى الدفاع والانتاج الحربى والخارجية وبعض المهتمين بهذه المشكلة والمساعى الدولية والاتصالات الدبلوماسية مع الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية للعمل على ازالة الألغام المتخلفة عن هذه الحرب إلى الآتى :-

الجانب البريطانى :

قام بتقديم منحة خلال عام ١٩٩٦ م تقدر بمبلغ نصف مليون جنيه استرلينى تم استخدامها فى شراء عدد ٧٥ مكتشف ألغام من الأجيال المتقدمة من هذا النوع من المكتشفات ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مزيد من المساعدات ٠

الجانب الإيطالى :

قامت إيطاليا بإستضافة عدد ٢٠ ضابط لتدريبهم على إزالة الألغام لمدة ثلاثة أسابيع عام ١٩٩٤م ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مساعدات أخرى ٠

الجانب الألمانى :

قام بتقديم منحة خلال عام ١٩٩٨م تقدر بمبلغ مليون مارك تم استخدامها فى شراء ١١٠ مكتشف ألغام من الأجيال المتقدمة تكنولوجيا ٠

الجانب اليابانى :

أعلنت اليابان عن مبادرة تقوم على أساس تخصيص عشرة بلايين ين يابانى على مدار خمس سنوات للدول المنكوبة بالألغام وذلك فى إطار مساعدات ثنائية ودولية من خلال المنظمات الدولية أو الاقليمية ، هذا وقد تم الاتصال بالجانب اليابانى من خلال السفارة المصرية فى طوكيو للتنسيق حيث أبدى الجانب اليابانى ترحيبه بالمساعدة فى عمليات ازالة الألغام فى منطقة الصحراء الغربية ٠

الجانب الفرنسى :

فى ضوء ما قامت به الخارجية من الاتصالات مع الاتحاد الأوروبى فقد أعلنت فرنسا نيابة عن الاتحاد الأوروبى عن استعداد الاتحاد لتقديم ١,٥ مليون وحدة نقد أوروبية (ايكو) للمساعدة فى عمليات تطهير الألغام على أن يتم ذلك فى إطار مشروع تنموى فى منطقة الصحراء الغربية وقد رحبت مصر بهذا الاقتراح وقدمت وزارة الزراعة المصرية مشروع زراعى وجارى متابعة الأمر مع الحكومة الفرنسية ٠

الجانب الكندى :

أبدت كندا الرغبة فى تقديم المساعدات فى عمليات ازالة الألغام الأرضية فى الدول المنكوبة ، وذلك فى ختام مؤتمر أوتاوا للتوقيع على إتفاقية حظر الألغام الأرضية وبناء على هذه المبادرة حضر القائم بالأعمال الكندى الى وزارة الخارجية المصرية للاستفسار عن طبيعة المشكلة المصرية والاحتياجات اللازمة لازالة الألغام وكذلك اعداد الضحايا وقدمت مصر عرضا شاملا لأبعاد مشكلة لألغام الأرضية فى الصحراء الغربية ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مساعدات من الجانب الكندى فى هذا الإطار .

وقد رأت اللجنة أن ما قدم من مساعدات سواء فى صورة مكتشفات ألغام أو فى صورة تدريب لبعض الضباط رغم الجهود الكبيرة التى بذلت من خلال وزارتى الدفاع والخارجية وجهود الاتحاد البرلمانى الدولى أو بعض المهتمين بهذا الموضوع تعد مساعدات ضئيلة جداً اذا ما قورنت بالتكاليف الفعلية لإزالة الألغام الأرضية فى الصحراء الغربية والتى تقدر بما يزيد عن ٢٥٠ مليون دولار أمريكى وبالتالى :

فإن هذه المساعدات لم ترق الى الحد الذى يمكن معه الاستفادة من تلك المناطق الشاسعة بالمنطقة الغربية فى مشروعات التنمية الزراعية والصناعية والسياحية التى تعود على البلاد بالخير وتسهم فى التغلب على مشكلة البطالة التى تعانى منها مصر والتى يمكن معها تجنب المواطنين خطر انفجار هذه الألغام وما تسببه من خسائر فى الأرواح .

ثامنا : توصيات :

١- أن تقوم الخارجية المصرية ووسائل الأعلام المرئية والمسموعة والمقروءة بإثارة موضوع الألغام الأرضية فى الصحراء الغربية وما تسببه من مخاطر فى جميع المحافل الدولية من خلال جميع مؤسسات الدولة التنفيذية والشعبية لحث الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية لتوفير الخرائط الدقيقة عن مواقع الألغام والمساهمة الفعلية فى توفير الدعم المالى والمعدات التكنولوجية اللازمة لازالة الألغام الارضية فى الصحراء الغربية .

٢- أستمرار مجلس الشعب المصرى عن طريق شعبته البرلمانية فى إثارة موضوع مشكلة الألغام الأرضية بالصحراء الغربية فى الاتحاد البرلمانى الدولى ، والعمل على وضع مصر على خريطة العمل الدولية لمكافحة الألغام .

٣- العمل على نشر برامج التوعية بمختلف أنماطه القانونية والصحية لتبصير المواطنين بمنطقة الصحراء الغربية وتجنب الاقتراب من مناطق الألغام بها .
وأن تقوم القوات المسلحة بوضع علامات إرشاد وتسوير حقول الألغام أو المناطق الخطرة بأسلاك شائكة لتجنب وقوع الحوادث وكذلك العمل على تأمين جانبى الطرق بتلك المنطقة .

٤- ولما كانت القوات المسلحة المصرية قادرة على تطهير الألغام الأرضية اذا ما توافر لها الدعم المالى اللازم فإن توصى الحكومة بتوفير التمويل المالى اللازم لإزالة الألغام الارضية بالصحراء الغربية حتى يمكن الاستفادة من تلك المنطقة التى لو تم تطهيرها لتمكنت مصر من اقامة مشروع ضخم يوازى المشروعات الكبيرة كمشروع توشكى وشرق قناة السويس وغيرها .

تقرير مجموعة التخطيط بالاجتماع السادس

للجنة الإشراف علي إزالة الألغام

يوم السبت ٢٠٠٠/١١/١١

تنفيذا لآليات المخطط الإقليمي لتنمية الساحل الشمالي حتى عام ٢٠١٧ والصادر بقرار اللجنة الوزارية العليا الخاصة بتنمية الساحل الشمالي الغربي رقم (٢٣٤٧) بتاريخ ١٩٩٩٩/٦/٢١ وباستغلال الإمكانات المتاحة والكامنة بالمنطقة ، وبالتنسيق مع الجهات المعنية تمت الدراسة المبدئية للمشروعات التنموية للساحل الشمالي الذي علي النحو التالي:

أولا : مشروعات تنمية الزراعية

١ - مشروع امتداد ترعة الحمام (زراعة مروية)

أ - المساحة : ١٤٨٠٠٠ فدان

٣١ ٠٠٠ فدان مطهرة

١١٧ ٠٠٠ فدان مطلوب تطهيرها

ب - أسلوب التنمية : تقسيم المنطقة إلي مساحات بكل منها ٥٠٠٠ فدان

ح - تكاليف التنمية : (علي خمسة سنوات) ١٩ ٦٨٠ ٠٠٠ جنيها

د - التكاليف الإجمالية : ٥٨٢٥٢٨٠٠٠ جنيها

ه - العمالة :

المشروع يوفر ١٠٠٠ فرصة عمل (٦٠٠٠ نسمه مباشرة وغير مباشرة

و -العائد النقدي السنوي : ١٠ مليون جنيها إنتاج مباشرة لكل ٥٠٠٠ فدان بواقع ١٥٠٠ جنيه لكل نسمه

ز - يضاعف الإنتاج بعد الثلاثة سنوات الأولي

ح - سيتم استهلاك الأصول خلال عشرة سنوات

ط - العائد غير المباشر

- تنمية العلاقات التسويقية مع المناطق المجاورة

- إنشاء قاعدة بيانات للاستثمار علي مساحة ١٤٨٠٠٠ فدان

٢ - مشروع الزراعة المطرية جنوب سيدي براني

تصل المساحة التي يمكن زراعتها مطريا في الساحل الشمالي الغربي إلى٣ مليون فدان ،
إلا أنة يتم استغلال مساحة نصف مليون فدان جنوب سيدي براني للزراعة المطرية ،

أ – المساحة ٥٠٠٠٠٠ فدان (٢١٠٠٠٠ هكتار)

٣٧٥٠٠٠ فدان (١٥٧٠٠٠ هكتار) فدان مطهرة

١٢٥٠٠٠ فدان (٥٢٥٠٠ هكتار) مطلوب تطهيرها

ب – أسلوب التنمية : تقسيم المنطقة إلي مساحات كل منها ١٠٠٠٠ فدان

ح – تكاليف التنمية : (علي خمسة سنوات) ١٦٠٦٤٠٠٠ جنيها

د – التكاليف الإجمالية : ١٦٠٦٤٠٠٠٠٠ جنيها

ه – العمالة :

المشروع يوفر ٢٥٠ فرصة عمل (١٢٥٠ نسمه) لكل ١٠٠٠٠ فدان

و – العائد المباشر :

رفع حمولة المرعي من ١٠ فدان للرأس إلي ٢ فدان للرأس وبالتالي زيادة عدد الحيوانات في موقع المشروع من ٥٠٠ رأس تربية إلي ٢٥٠٠ رأس

ز – العائد غير المباشر :

- إعداد قاعدة بيانات بالمنطقة
- توفير الخدمات للمساحات المجاورة الإمداد – وتوفير الميكنة
- الإرشاد الزراعي – التدريب – نقل التقنيات

ثانيا : مشروعات التنمية السياحية

١ – مركز العلمين الخدمي السياحي

أ – المساحة : ٧٥٠٠٠٠ م٢

٣٠٠٠٠٠ م٢ مطهرة

٤٥٠٠٠٠ م٢ مطلوب تطهيرها

ب – عناصر المشروع :

- فندق ٤ نجوم يقوم بطاقة ٣٠٠ غرفة
- ١٠٠ فيلا نماذج مختلفة
- ملعب جولف ١٨ حفرة

- مرافق وخدمات

ح - التكاليف الاستثمارية ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

د - مدة التنفيذ ٦ سنوات

ه - فرص العمالة ٦٠٠ فرصة عمل

٢ -مركز سياحي خدمي في مطروح

أ - المساحة : ١٠٠٠ ٠٠٠ م٢

٨٠٠ ٠٠٠ م٢ مطهرة

٢٠٠ ٠٠٠ م٢ غير مطهرة

ب - عناصر المشروع :

- فندق أربعة نجوم بطاقة ٣٠٠ وحدة
- ٢٠٠ وحدة إسكان
- مدرسة فندقية
- مركز بدوي بيئي
- ملعب جولف ٩ حفرة
- جيمنزيوم
- مدينة أوليمبية
- مضمار سباق الهجن والخيل
- نقطة بداية ونهاية رحلات القاهرة السفاري

- التكاليف الاستثمارية ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها
- مدة التنفيذ ١٠ سنوات
- فرص العمالة ١٢٠٠٠ فرصة عمل

ثالثا : تطوير المطارات

١ - مطار مرسي مطروح

- المساحة المطلوبة ٣٦ كم٢
- التكاليف ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

٢ – مطار سيدى براني

– المساحة المطلوبة ٣٦ كم

– التكاليف جاري الدراسة

رابعا : الطريق الدولي المقترح

– التكاليف ١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

خامسا : التنمية العمرانية

١ – مشروع إمتداد ترعة الحمام

تحدد أماكن التجمع العمراني في كل خمسة آلاف فدان من الأراضي التي تصلح للزراعة حيث أن كل خمسة أفدنة توفر فرصة عمل واحدة ،

– عدد الأسر ١٠٠٠ أسرة

– عدد الأفراد ٥٠٠٠ فرد

– تكاليف الإسكان والبنية الأساسية ٢٠ ٠٠٠ ٠٠٠

– إجمالي تكاليف لمساحة ١٤٨ ٠٠٠ فدان

حوالي ٢ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

(٢ مليار جنيها)

٣ – مشروع الزراعة المطرية

طبقا للدراسة المقدمة من معهد بحوث الصحراء فإن كل ٤٠ فدان توفر فرصة عمل واحدة فيكون كل عشرة آلاف فدان توفر ٢٥٠ فرصة عمل ،

– عدد الأسرة ٢٥٠ أسرة

– عدد الأفراد ١٢٥٠ فرد

– تكاليف الإسكان والبنية الأساسية ٥ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

– إجمالي تكاليف لمساحة ٣ مليون فدان

١٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

(حوالي ١,٥ مليار جنيها

سادسا : ملخص التكاليف الاستثمارية

أولا : تنمية زراعية

١ - زراعة مروية ٥٨٢٥٢٨ ٠٠٠ جنيها

٢ - زراعة مطرية ١٦٠٦٤٠٠ ٠٠٠ جنيها

ثانيا : تنمية سياحية

١ - مركز العلمين الخدمي السياحي ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

٢ - مركز سياحي خدمة في مطروح ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

ثالثا : المطارات

١ - مطار مرسي مطروح ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

٢ - مطار سيدي براني جاري الدراسة

رابعا : الطريق الدولي المقترح ١ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

بطول ٥٠٠كم

خامسا : تنمية عمرانية ٢ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

١- زراعة مروية

٢- زراعة مطرية ١٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

٧٦٨٨٩٢٨ ٠٠٠

فقط سبعة مليار وستمائة ثمانية وثمانون ألف وتسعمائة ثمانية وعشرون ألف جنيها

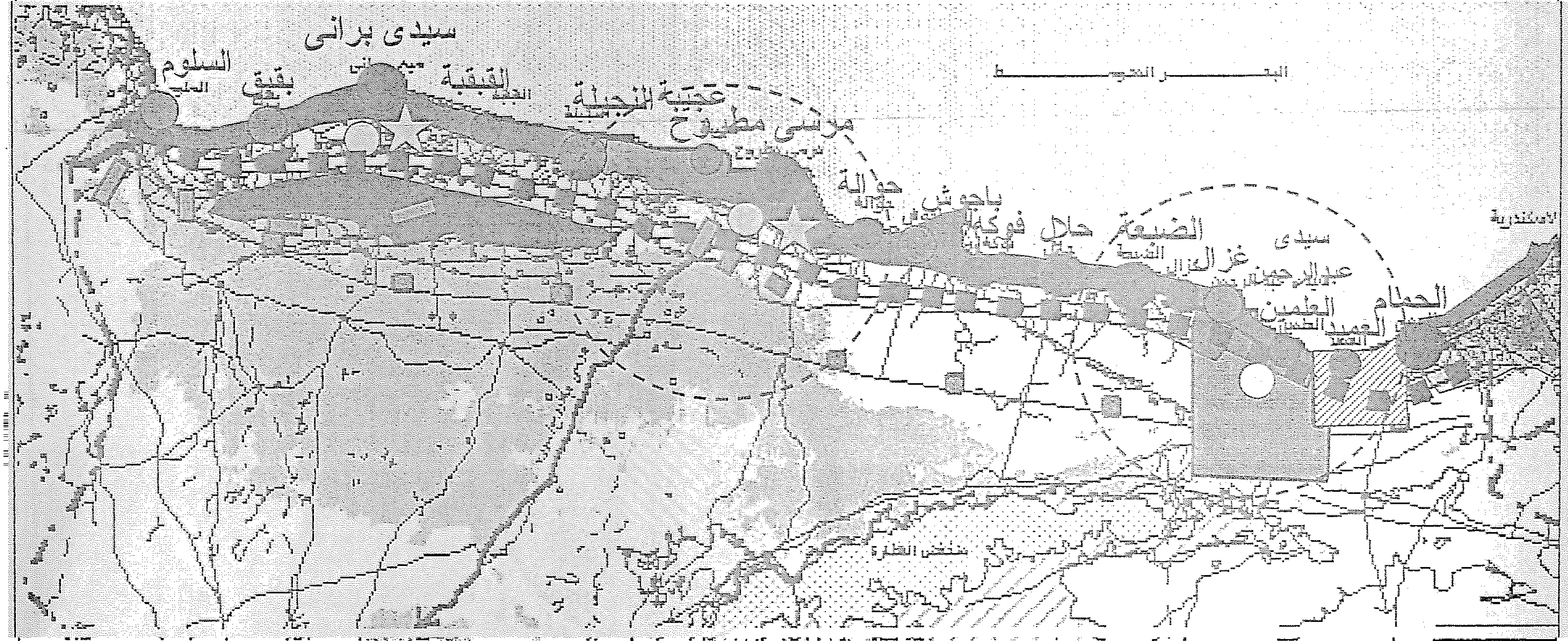
المنظور التنموى للساحل الشمالى الغربى

وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

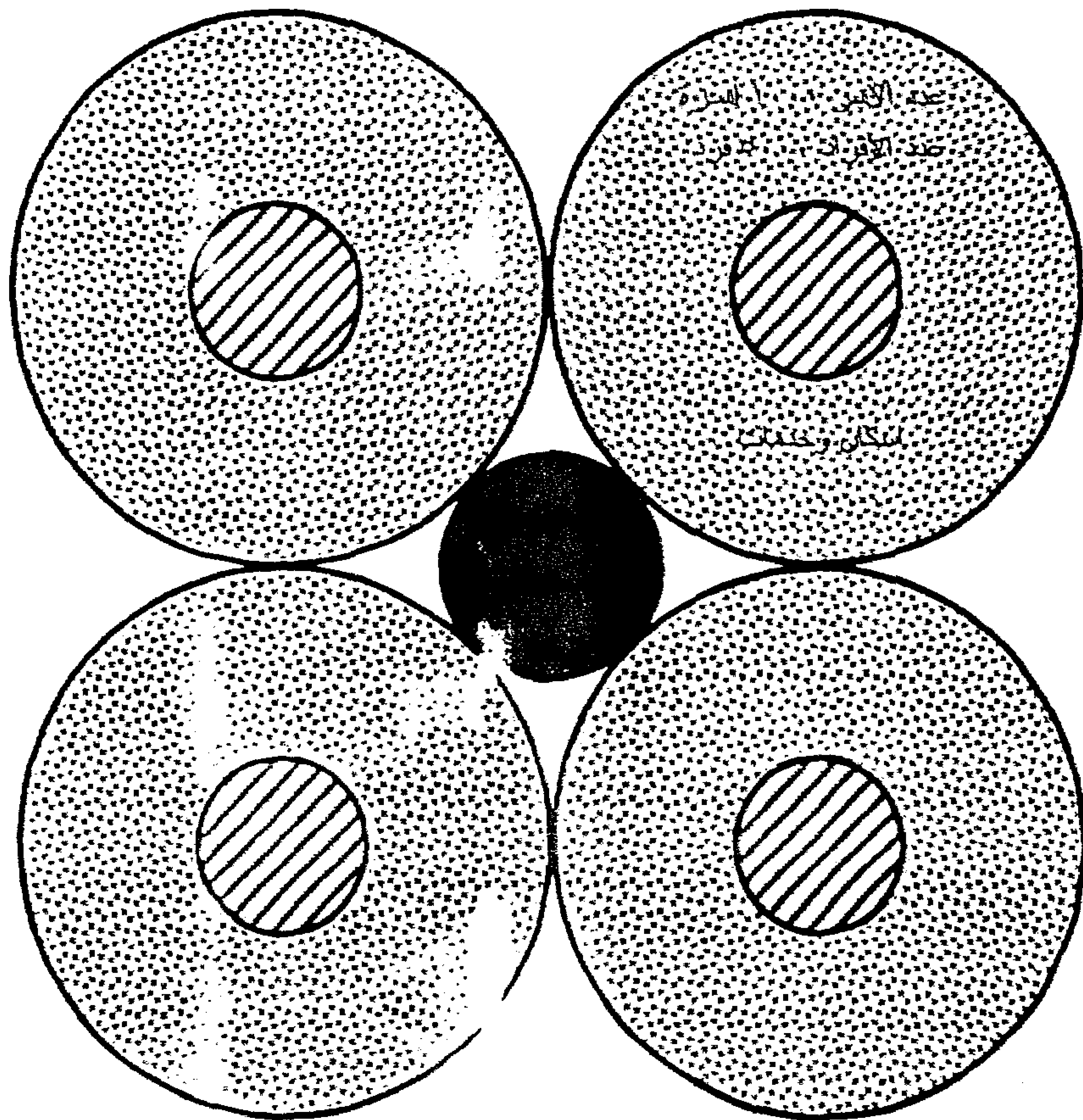
الهيئـــة العامـــة للتخطيط العمرانـــى

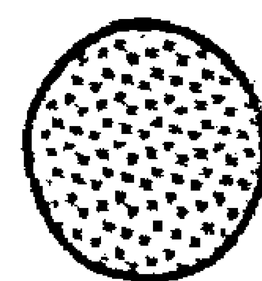
لجنة الاشـراف على ازالة الالغام

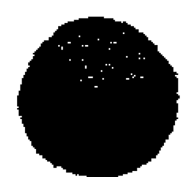
استراتيجية تنمية الساحل الشمالى الغربى



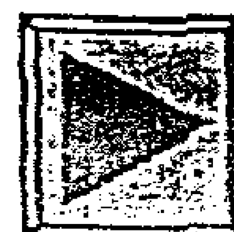
الزراعة المروية

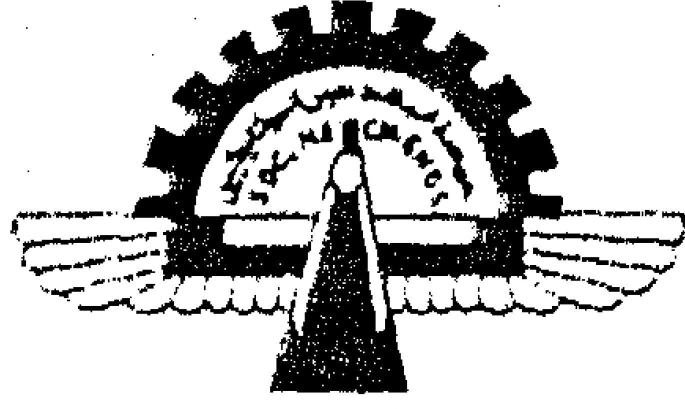


 تجمع ٥٠٠٠ فـدان

 مركز خدمات رئيسى

(مدرسة تعليم اساسى - خدمات تجارية -
خدمات صحية - خدمات ترفيهيــة - خدمات





جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية

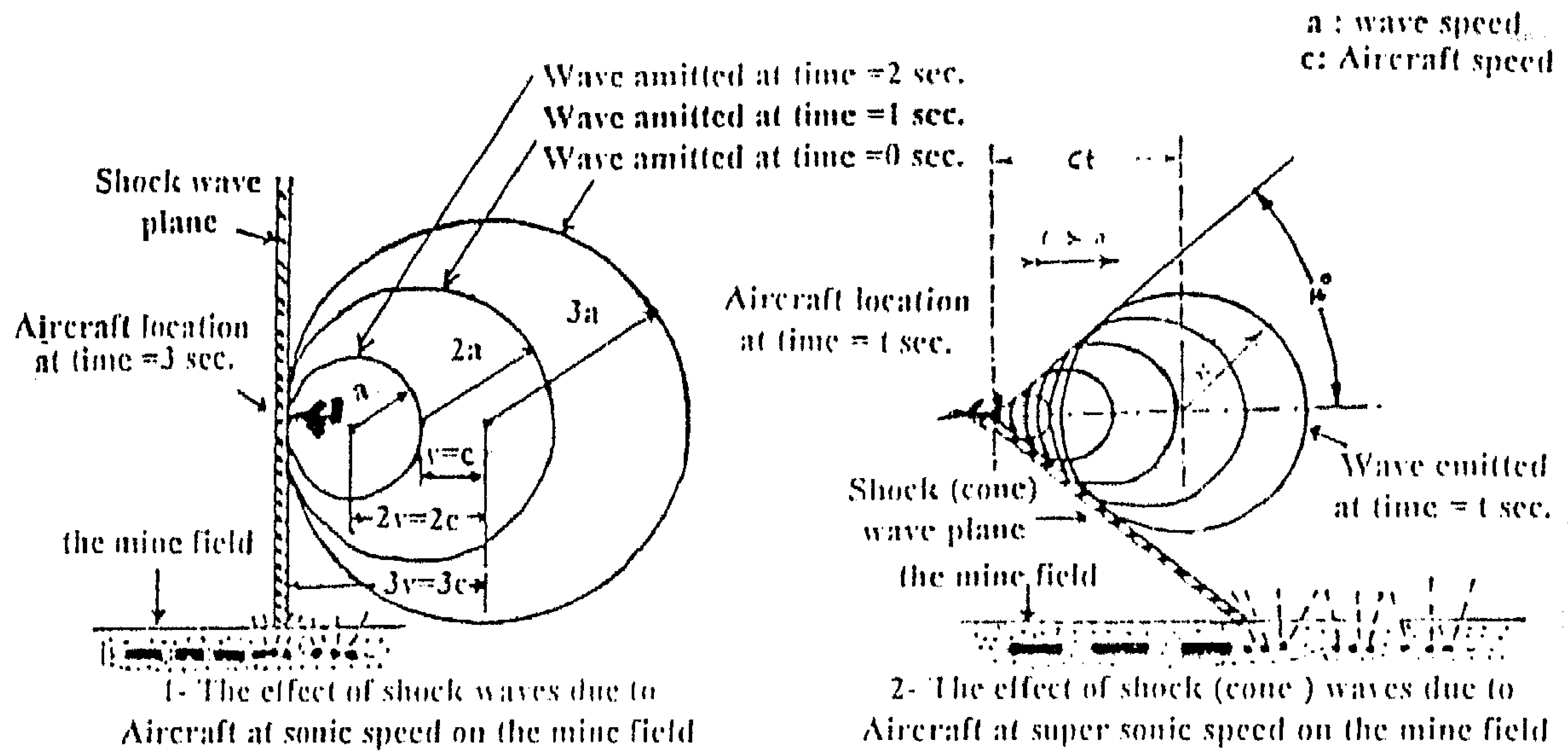
2/3/4

استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من الطائرات الاسرع من الصوت فى تطهير حقول الالغام

مهندس / اسماعيل حماد عبد العال

اسم الابتكار

استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من الطائرات الأسرع من الصوت في تطهير حقول الألغام



1- The effect of shock waves due to Aircraft at sonic speed on the mine field

2- The effect of shock (cone) waves due to Aircraft at super sonic speed on the mine field

مقدمة:

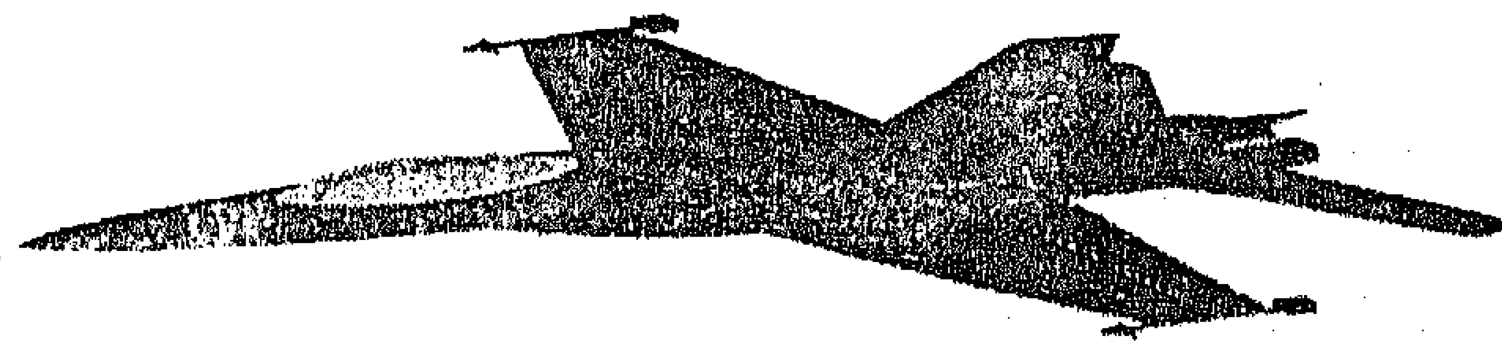
حدائق الشيطان أو ألغام العلمين.. ذلك الكابوس الجاثم فوق أرض مصر منذ ما يزيد على نصف قرن لا ندرى كيف نتخلص منه .. أكثر من 22 مليون لغماً زرعهم روميل فخلدت انسحابه و جعلته أشهر من مونتجومرى الذى انتصر عليه. خرائط مفقودة ..ألغام تحركت من مكانها بفعل العوامل الطبيعية مع مرور الزمان.. مساحات شاسعة مترامية الاطراف تزيد على 655000 فدان أو 2750 كيلومتر مربع من افضل الأراضى من حيث الموقع الأستراتيجى الفريد ومن حيث جودة هذه الأراضى مزروعة بالألغام .. ألاف الضحايا فقد بلغ عدد القتلى 8623 قتيل بالأضافة الى مئات المعوقين و المشوهين .. تنمية معطلة .. ميزانيات طائلة و جهود جبارة تبذلها مصر لكننا لم نستطع ان نزحزح رقم الأثنان وعشرين مليون لغما عن مكانه الا قليلا.

وتعتمد طرق تطهير حقول الألغام على التنقيب و التفتيش عن اللغم فى كل شبر من الارض حتى نجده ثم يتم التعامل معه يدويا بابطال مفعولة ورفعه من مكانه أو باستخدام الوسائل الميكانيكية مثل تقليب الأرض بما يشبه السكاكين لتفجير ما بها من الغام ، أو باستخدام المتفجرات أو رش غازات خاصة فوق حقل الألغام قابلة للاشتعال فى محاولة لتوليد ضغط يكفى لتفجير ما فى الأرض من الغام.

و هذه الوسائل على الرغم من دقتها الا أنها تتصف بتكلفتها العالية (تحتاج مصر الى 34 مليار دولار لازالة ما بها من ألغام بهذه الطرق) و ما تخلفه ورائها من ضحايا وببطئها الشديد ، فاذا فرضنا أن عدد الألغام التى يمكن التخلص منها بهذه الوسائل يبلغ ألف لغما فى اليوم الواحد لاحتجنا الى أكثر من ستون عاما لاتمام التخلص من الاثنان و عشرون مليون لغماً فى العلمين وحدها مما يجعل هذه الطرق مناسبه لحقول الغام محدودة المساحات أو التى تحتوى على عدد عادى من الألغام ولكن بخلاف ذلك تحتاج هذه الوسائل الى جوارها لوسيلة أخرى غير تقليدية تتصف بالسرعة االفائقة و القدرة على تطهير مساحات شاسعة فى وقت وجيز وبأقل التكاليف ليتكامل بذلك عامل السرعة مع عامل الدقة لتتشكل فى النهاية منظومة متكاملة لتطهير حقول الغام روميل الشيطانية التى تفنن الألمان فى زراعتها لتبقى معجزة عسكرية تعلن التحدى فى وجه كل من يحاول ازالتها .

وهذا التحدى الذى يشبه المستحيل يذكرنا بالتحدى الذى فرضه علينا خط بارليف فكما ظل خط بارليف يعوق عبورنا الى الضفة الشرقية للقناة و كان يحتاج لتدميرة بالطرق التقليدية الى سلاح المهندسين الامريكى و الروسى و الى القنبلة الذرية كذلك سيظل تحدى حدائق الشيطان قائما الى أن تظهر هذه الوسيلة وهذا الحل الذى يتصف ببساطة الفكرة مع قوة تأثير مدافع المياه على خط بارليف.

وقد يخرج لنا هذا الحل من معامل الأختبار , فكما انتصر الحلفاء فى حربهم من هذه المعامل بفضل الأبحاث العلمية التى أجراها أينشتين على القنبلة الذرية و التى أجراها "فون براون" على تطوير الصواريخ و التى عجلت بانتهاء الحرب و حسمها لصالح الحلفاء ، نستطيع نحن كذلك و بنفس الطريقة أن ننتصر فى حربنا ضد هذه الألغام لتنتهى بذلك الحرب العالمية الثانية بالنسبة لنا أيضا.



الوصف التفصيلي

تعتمد هذه الطريقة على الأستفادة من الموجات الضغطية التصادمية THE SHOCK WAVE المنبعثة من تحرك الأجسام فى الهواء بسرعة تفوق سرعة الصوت فى توفير قوة ضغط هائلة على حقول الألغام لتطهيرها وخاصة تلك الموجات المنبعثة عند اختراق هذه الأجسام لحاجز الصوت.

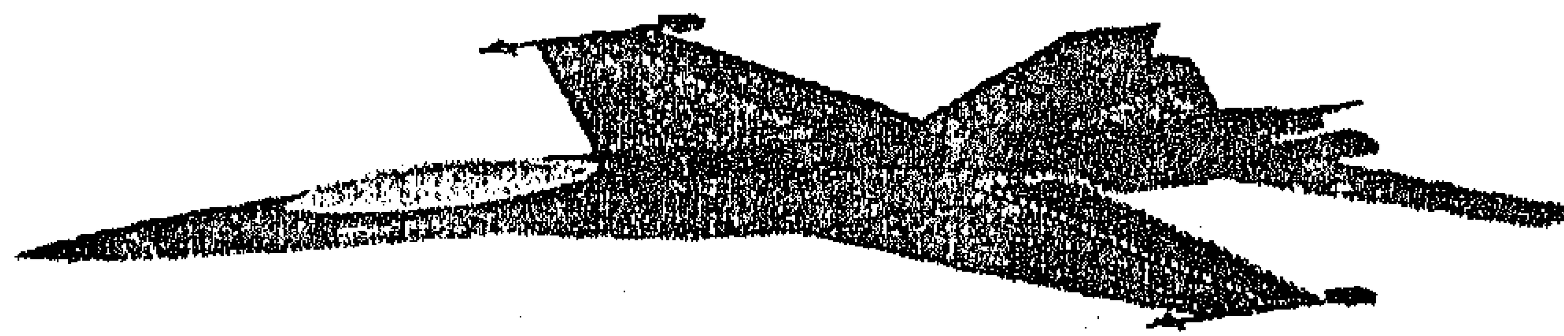
فكما يصدر عن القاء حجر أو مرور سفينة فى مياه نهر ساكن من انبعاث موجات متلاحقة من المياة ، كذلك ينتج عن حركة الطائرات فى الهواء انبعاث موجات ضغطية SPHIRICAL PRESSEUR WAVES تتحرك مع الطائرة و تسير معها فى دوائر مركزها الطائرة نفسها وبسرعة تبلغ سرعة الصوت و التى تبلغ 331.4 م/ث عند درجة حرارة الصفر المئوى (تسمى ١ ماخ) ويكون اتجاه تقدم جبهة هذه الموجات الضغطية عموديا على خط سير الطائرة (عموديا على سطح الارض).

فعند طيران الطائرة بسرعة أقل من سرعة الصوت تكون هذه الموجات متباعدة عن بعضها و ضعيفة فلا نشعر لها بأى تأثير و هذه السرعة هى سرعة كل طائرات الركوب المدنية التى تطير فوق المدن (لا تزيد على 0.85 ماخ فى أغلب الاحيان) . ومع زيادة سرعة الطائرة الى سرعة الصوت واختراقها له يزداد اقتراب هذة الموجات من بعضها وتزداد كثافة تركيز هذه الموجات

الضغطية لتصبح موجات صدمية Shock Waves ذات قوة ضغط واصطدام بالأرض كبيرة جداً ، وتتحرك هذة الموجات مع الطائرة وتسير معها وهى ضاغطة على الأرض بقوة عالية جدا وتنتشر لتغطى مساحة كبيرة من الأرض. ويتجلى تأثير هذة الموجات الصدمية القوى والمدمر فى السرعات المحصورة بين 0.95 ماخ الى 1.2 ماخ وهى السرعات المحيطة بحاجز الصوت .

فاذا حلقت الطائرة بهذة السرعة فوق الحقول المزروعة بالألغام ، يتوفر على الحقل قوة ضغط و اصطدام هائلة تكفى لتفجير ما به من الغام و خاصة الألغام القريبة من سطح الأرض والمتوسطة العمق والذى سيؤدى انفجارها الى تنامى وتراكم قوى الضغط على سطح حقل الألغام أى حدوث Pressure built up and pressure accumulation. والذى سيتكفل بالاضافة الى قوة ضغط الموجة الصدمية بتفجير الألغام العميقة التى تراكمت عليها الرمال مع مرور السنين وما يتبع ذلك من انفجار للألغام التى أخذت مع مرور السنين أوضاعاً تختلف عن الوضع التشغيلى الطبيعى لها ولا تستجيب معها للتفجير بالضغط العمودى المباشر عليها . وقد يتبقى نسبه قليلة من الألغام وهى الألغام التى صدئت أو تلفت مع مرور السنين ، فان لم تنفجر المادة المتفجرة الموجودة فى هذه الألغام نتيجة لانفجار كل هذه الألغام المجاورة لها فسيكون من السهل ازالتها عن طريق اكتشافها بالتكنولوجيا المناسبة التى تقوم على اكتشاف اللغم ثم التعامل معه يدوياً أو ميكانيكياً ، فيحدث بذلك التكامل بين عامل السرعة المتمثل فى التطهير باستخدام الموجات الصدمية والتى تصل المساحات المطهرة بها الى مليون متر مربع فى الدقيقة ، وعامل الدقة المتمثل فى استخدام الطرق الأخرى القائمة على الأكتشاف والبحث .

و فيما يلى دراسة تأثير الموجات الصدمية على حقول الألغام عند سرعات و ارتفاعات الطائرة المختلفة:



حساب قوة الموجة الصدمية عند
مختلف السرعات والارتفاعات للطائرة

١-تعتمد قوة الموجة الصدمية الناتجة The Shock Wave Strength على العلاقة بين سرعة الطائرة وسرعة تقدم جبهة الموجات الضغطية The Presseur Waves Propagation والتى تتقدم بسرعة تساوى سرعة الصوت . و يمكن حساب قوة الموجة الصدمية من معادلة Rankine – Hugoniot الاتية.

$$\text{The Shock Wave Strength} = \frac{P_2}{P_1} = 1 + \frac{2\gamma}{\gamma + 1}(M^2 - 1) \qquad 1$$

WHERE:

P1 : The initial presseur of air (atmosphere presseur) at the Aircraft state.
P2 : The presseur behind the Shock Wave .
γ : The Isentropic Exponent of air and equal 1.4
M : The Aircraft speed in Mack number .

٢-وفى حالة تجاوز سرعة الطائرة لسرعة الصوت (M > 1) يميل خط تأثير قوة الموجة الصدمية على الارض بزاوية (μ) كما فى شكل (٢) ويمكن حساب هذه الزاوية من معادلة The Mack angle equation الاتية :-

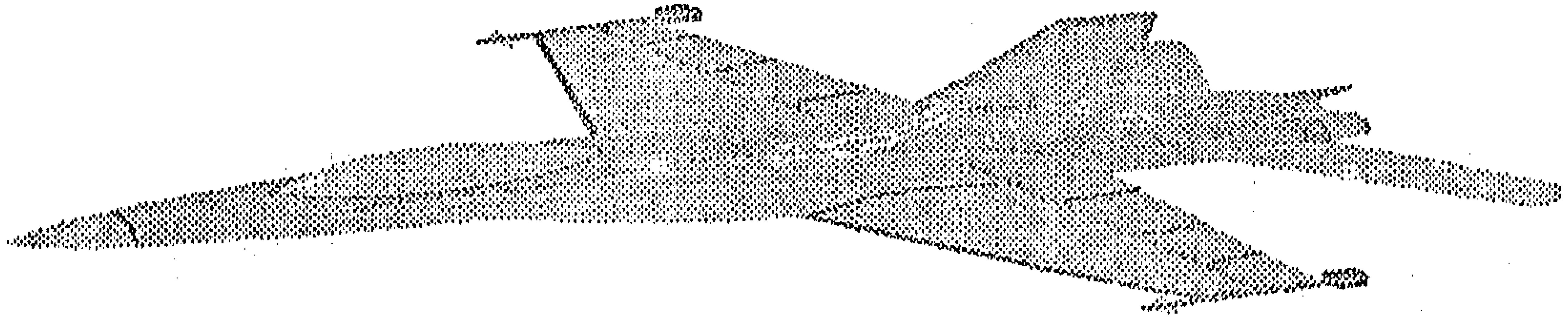
$$\mu = \sin^{-1}\left(\frac{1}{M}\right) \qquad 2$$

٣-يمكن حساب القوة الدفعية (النبضية) للموجة الصدمية الناتجة The Impulse Function عن طريق علاقة (فانو) الرياضيـــة The Fanno relationship وعن طريق معادلة The Impuls Equation ألاتية:

$$\textbf{The Impulse Function} = P * A\ (1+\gamma M^2) \qquad (3)$$

Where :
P: is the shock wave presseur .
A: the area in meter square .

وفيما يلى دراسة علاقة القوة الضغطية العمودية على ســـطح الأرض والناتجه عن الموجة الصدمية بسرعات وارتفاعات الطائرة المختلفة ...



أولا: عند وصول سرعة الطائرة الى سرعة الصوت (١ ماخ):

١-عند اقتراب سرعة الطائرة من سرعة الصوت (نفس سرعة تقدم جبهات الموجات الضغطية) تقترب الموجات الضغطية من بعضها البعض حتى تتلامس جميعها فى مستوى مماس THE TANGENT PLANE وذلك عند تمام وصول سرعة الطائرة الى سرعة الصوت (M = 1) ويكون هذا المستوى عمودياً على سطح الأرض لتشكل موجة ضغطية مركزة وقوية تسمى بالموجة الصدمية THE SHOCK WAVE التى تشكل قوة ضغطية عالية على سطح الأرض عبر هذا المستوى المماسى (شكل ١) .

٢-ويستفاد من قوة الضغط الناتجة فى هذه الحالة فقط لحظة إختراق الطائرة لحاجز الصوت فوق حقل الالغام .وذلك لأن هذه السرعة بالنسبة للطائرة هى سرعة حرجة جداً . فالطائرة لا تستطيع أن تطير عليها فترة من الوقت لأن الطائرة فى هذه الحالة تحمل الموجة الصدمية بكل ذلك الضغط العالى وتسير بيا. ولكن خلال تلك اللحظات تستطيع الطائرة بفضل سرعتها العالية أن تطهر مساحات شاسعة من حقول الألغام بما يكافىء 15 ألف متر مربع فى الثانية ..

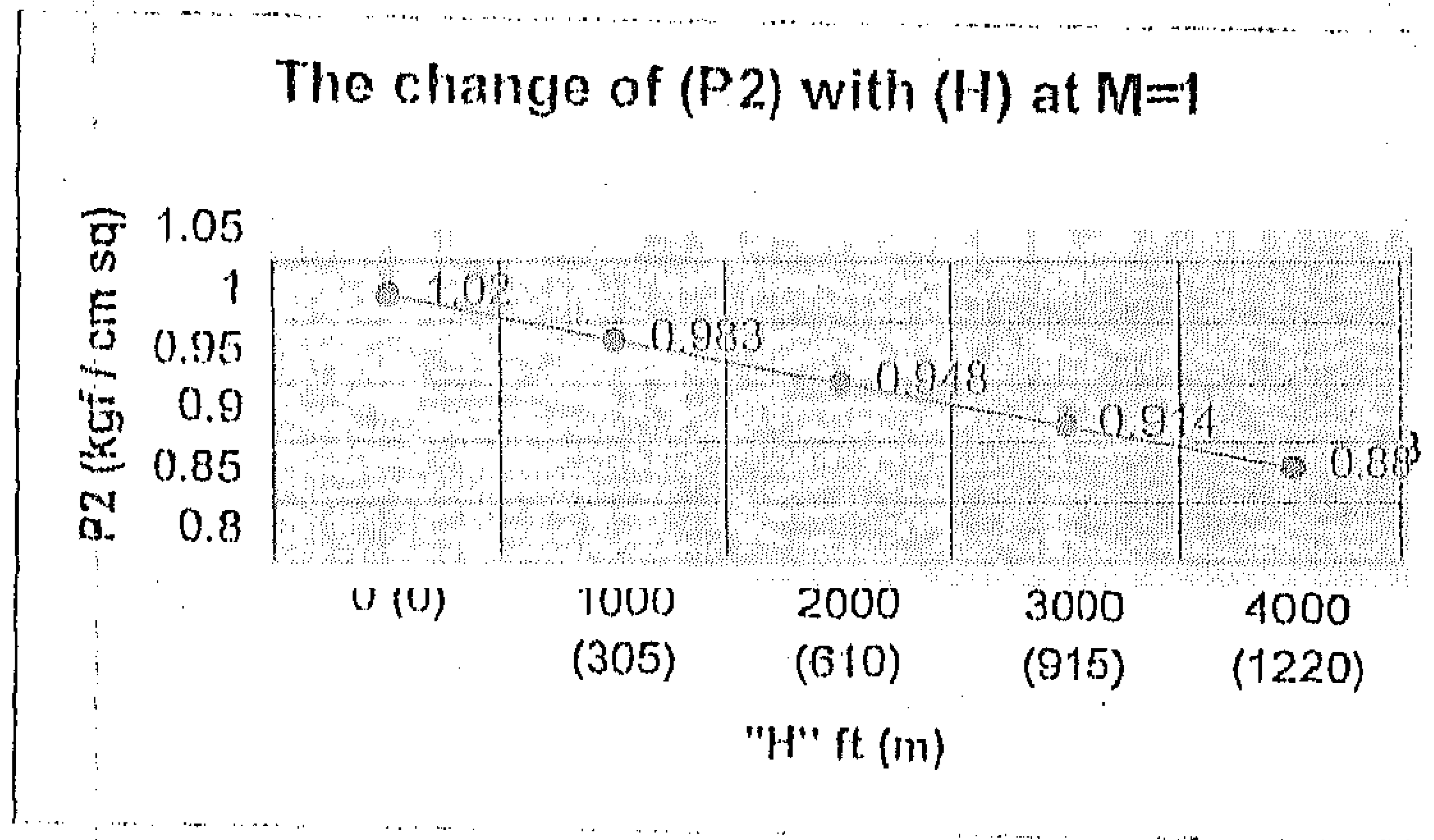
٣-ومن خلال الجدول القياسى الدولى للجو The International Standard Atmosphere لتغير ضغوط وكثافات ودرجة حرارة الهواء بالأرتفاع عن سطح البحر وبتطبيق المعادلات أرقام ١ ، ٣ ينتج ألاتى: —

H: Aircraft Altitude in ft. (m)	O	1000 (305)	2000 (610)	3000 (915)	4000(1220)
Shock Wave Strength	1	1	1	1	1
P2:The Presseur Force (kgf/cm sq)	1.02	0.983	0.948	0.914	0.880
I : The Impulse function (kn/m sq)	240	231	223	215	207

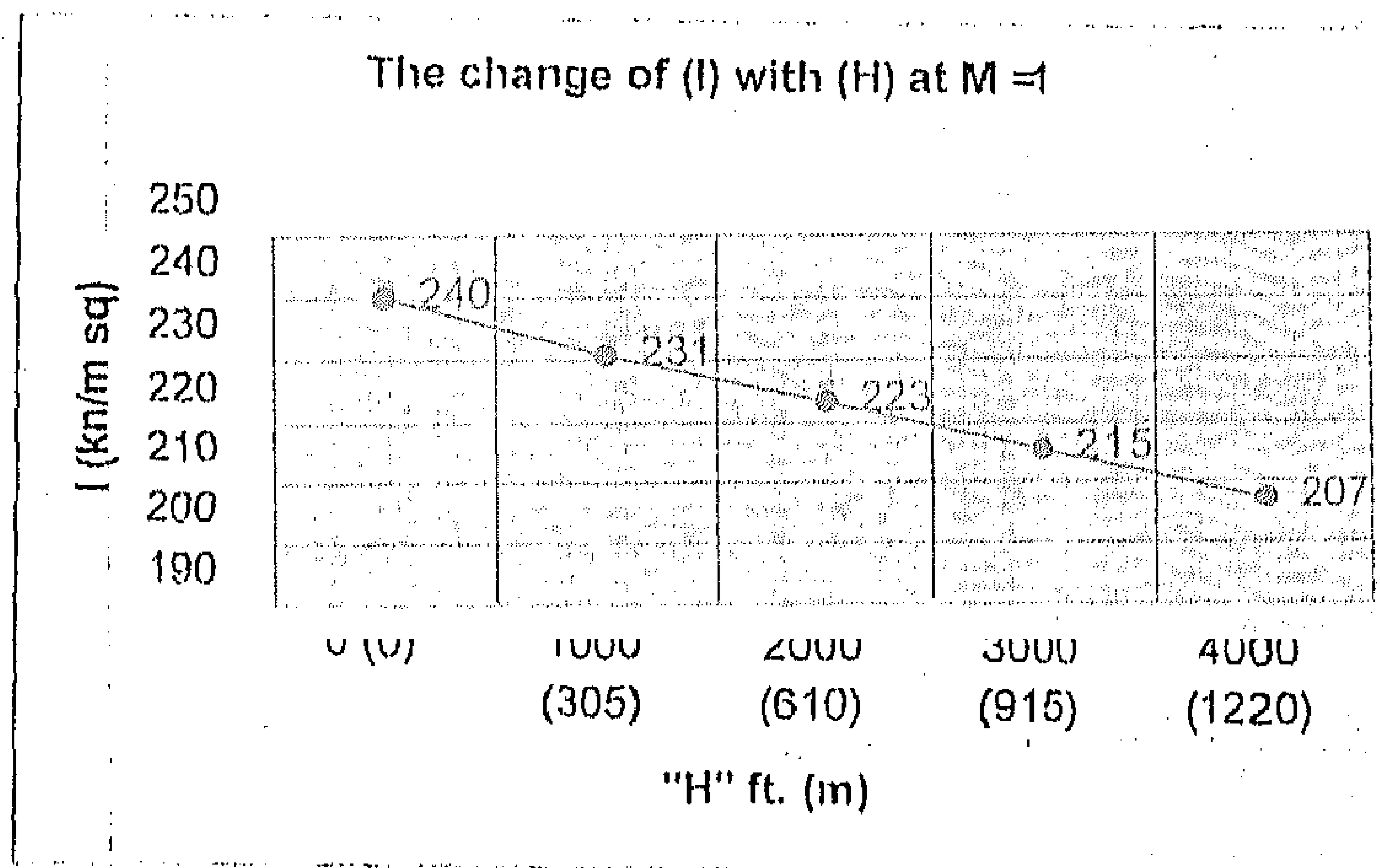
Notes :

1. **1 Bar = 2116.2 Ibf / ft. Sq.**
2. **I Bar = 1.02 Kgf / Cm. Sq.**
3. **Assume that there is no decay happend for the s. wave.**

٤-وبرسم العلاقة البيانية بين كلاً من إرتفاع الطائرة عن سطح البحـــر (H) وقـوة ضغط الموجة الصدمية (P2) والقوة الدفعية (النبضية) لها (I) و ذلك عنــد (M=1) ينتج الآتى :-



١- العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P2) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الصوت (M=1)



٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الصوت (M=1)

ثانياً : تحليق الطائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت (1.1) ماخ .

- في هذه الحالة سرعة الطائرة أعلى من سـرعة تقـدم جبـهات الموجـات الضغطية The presseur wave fronts و نتيجة لذلك تقع جميـع داخـل شـكل مخروطي رأسه هو الطائرة نفسها (شكل ٢) .

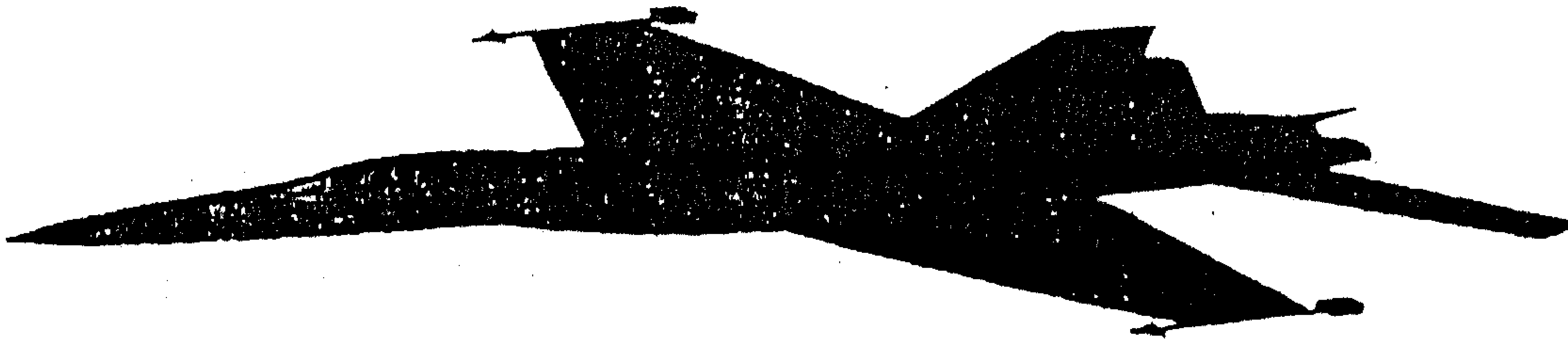
١-و نتيجة لذلك يميل خط تأثير القوة الناتجة على الأرض بزاويـة (μ) ، ونتيجـة لتكون الموجة الصدمية دائماً خلف الطائرة فلا يوجد أى محظورات أو قيود علـى استخدام هذه السرعة فى تطهير حقول الالغام .

ومن خلال الجدول القياسي الدولى للجو I.S.A وبتطبيق المعادلات أرقام (١، ٢، ٣) ينتج الآتى :

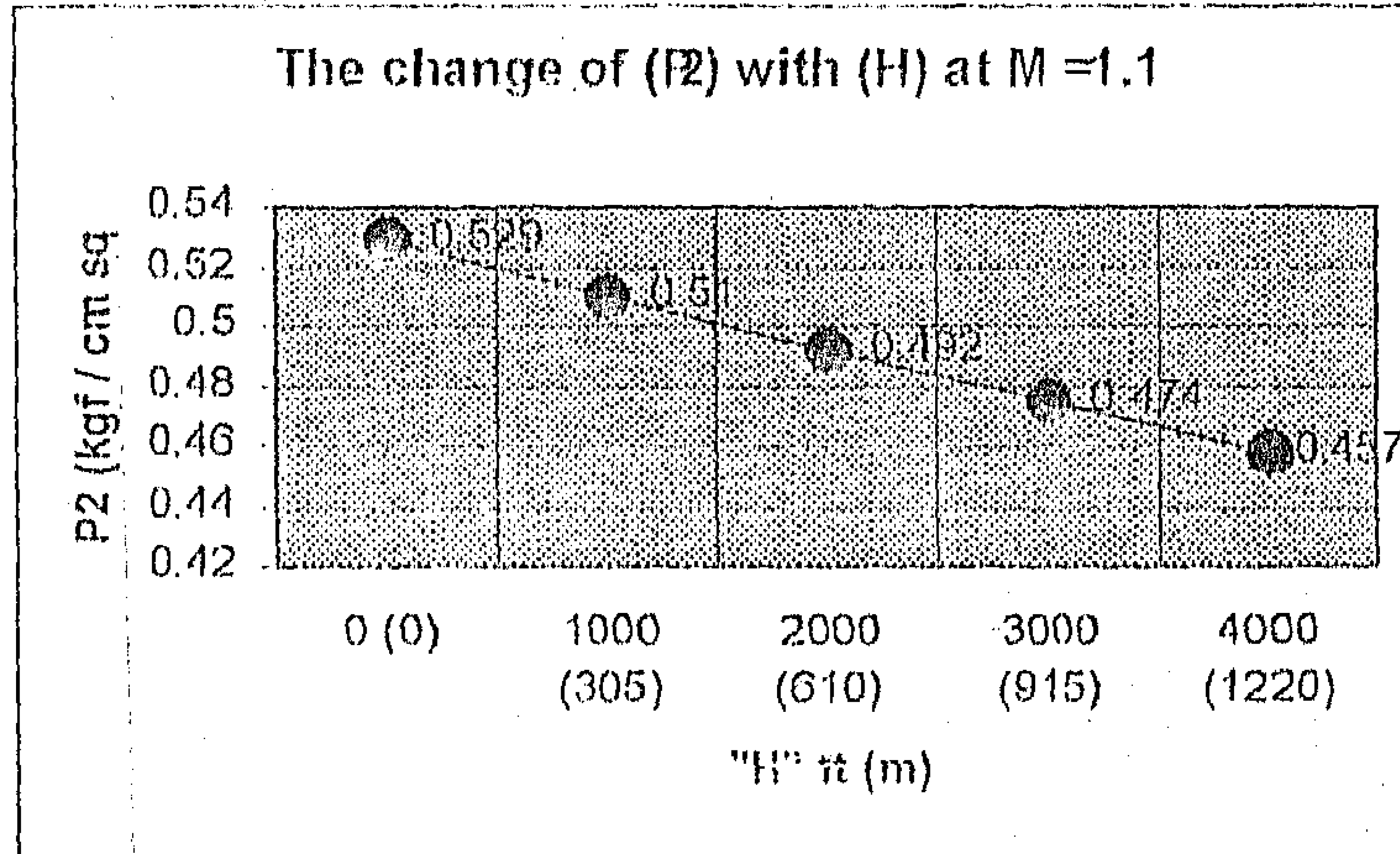
H: The Aircraft Altitude in ft (m)	0	1000 (305)	2000 (610)	3000 (915)	4000 (1220)
The Shock Wave Strength	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245
P2:presseur Force(kgf/cm sq)	0.529	0.51	0.492	0.474	0.457
I :Impulse Function (kn / m sq)	139.7	134.7	130	125	120.6

Notes :

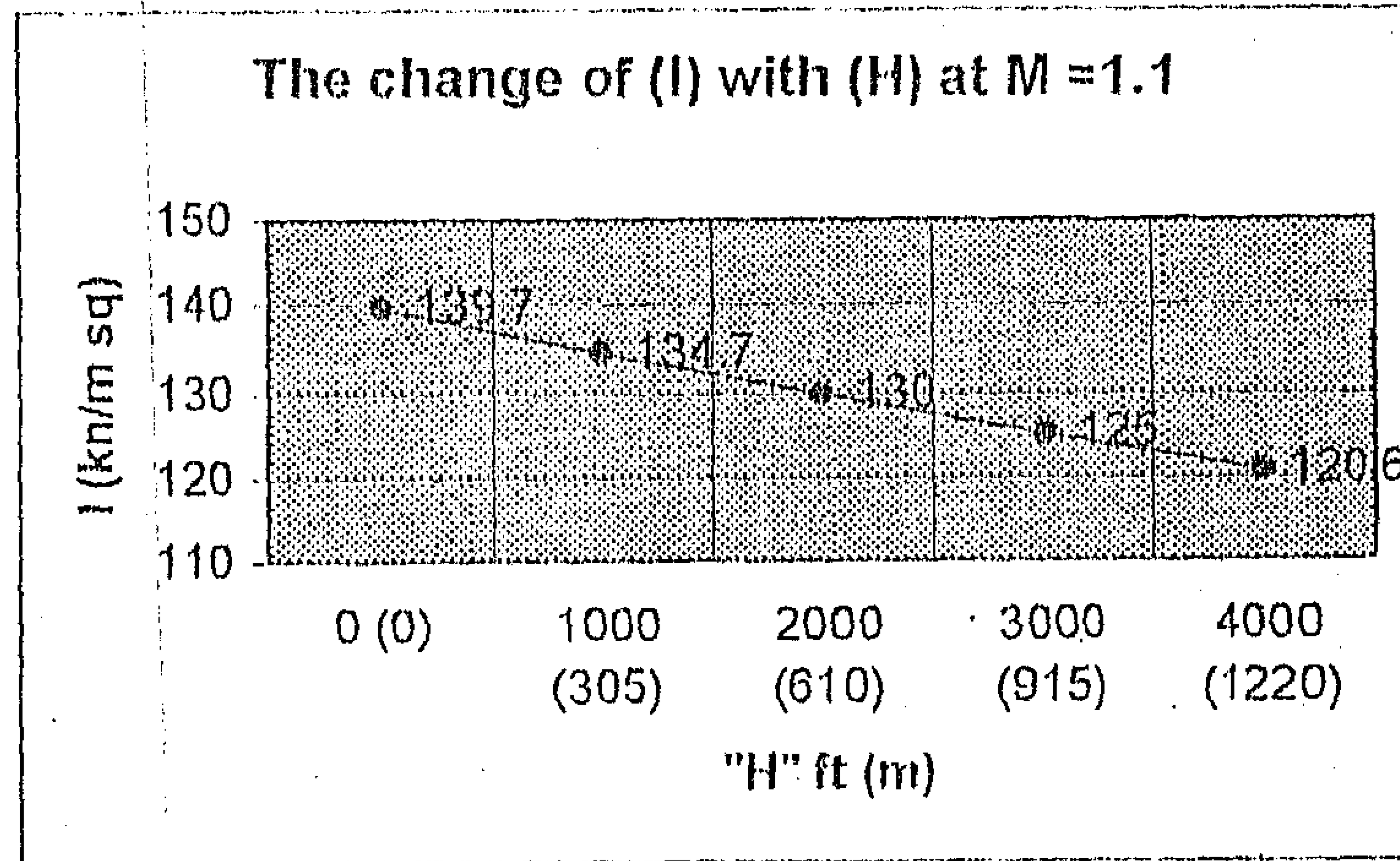
1. 1 Bar = 2116.2 Ibf / ft. sq.
2. 1 Bar = 1.02 kgf / cm sq .
3. Assume that there is no decay happened for the shock wave .



٤-وبرسم العلاقة البيانية بين كلاً من ارتفاع الطائرة عن سطح البحر (H) وقـــوة ضغط الموجة الصدمية العمودية (P2) والقوة النبضية للموجة الصدمية (I) ينتج الآتي : ــ



١- العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P2) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M = 1.1)



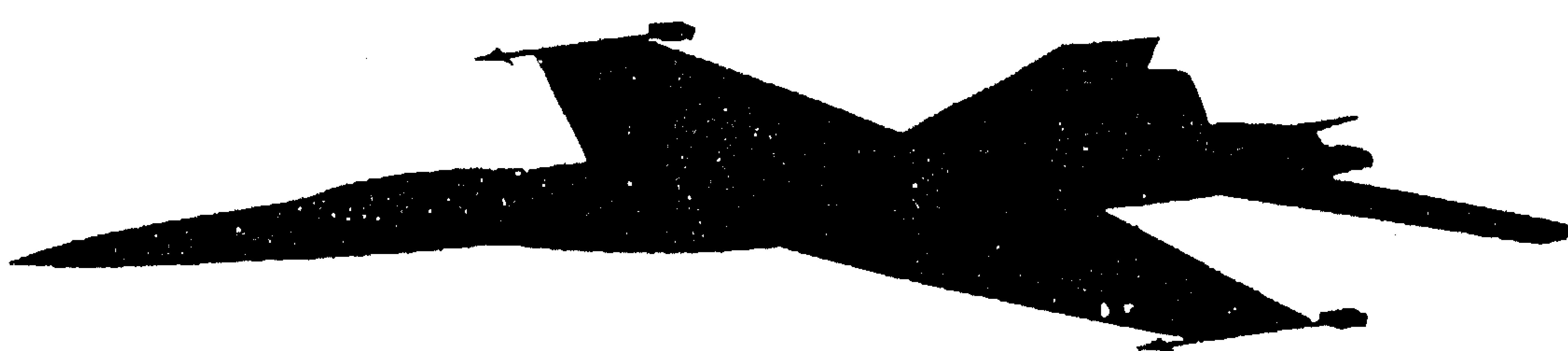
٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) وارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M=1.1)

ثالثا : ــ تحليق الطائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت (1.2) ماخ .

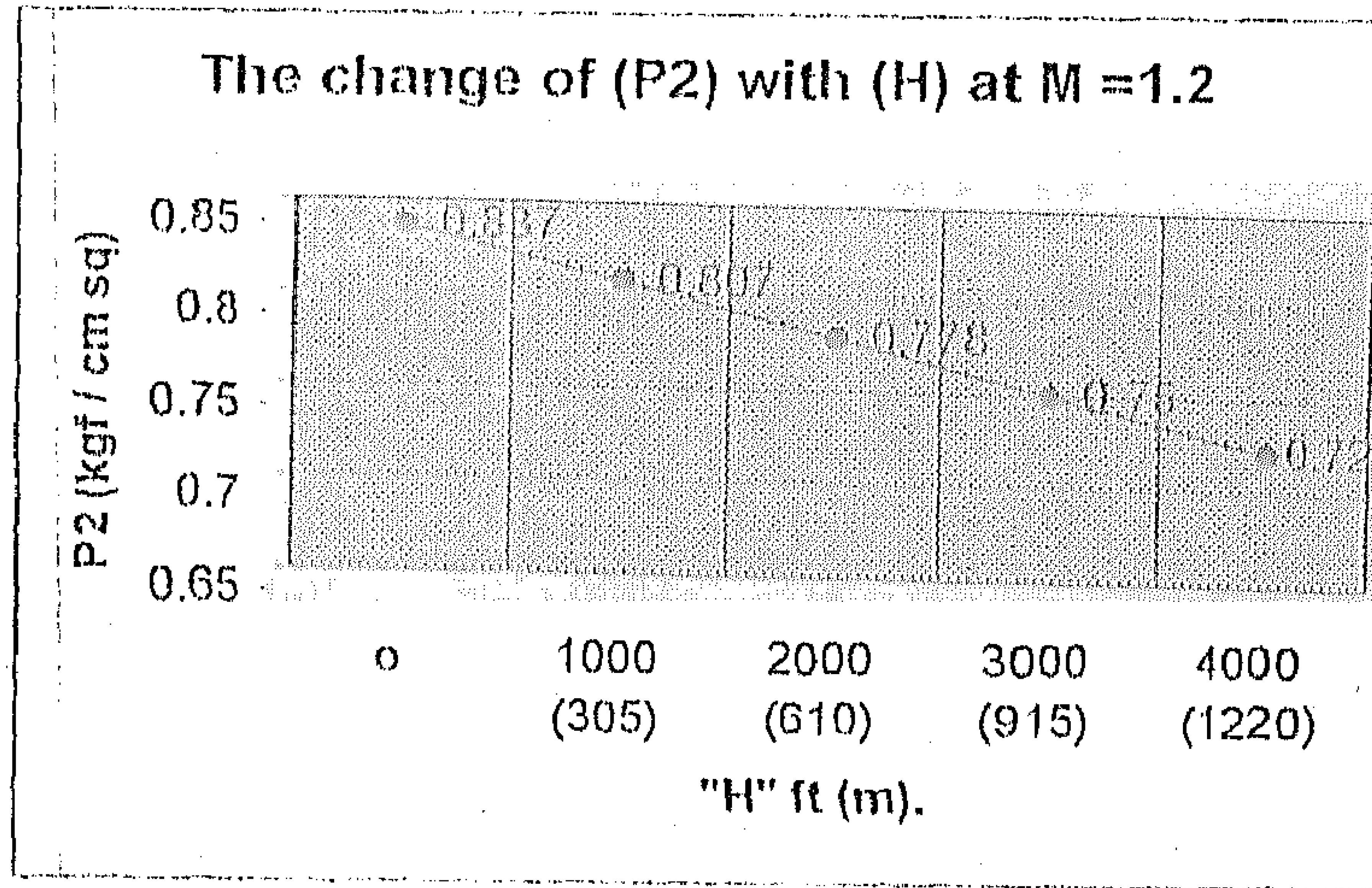
١ ــ مثل الحالة الثانية ولكن ستقل زاوية ميل خط تأثير القوة الناتجة عن الموجة الصدمية على الأرض ليزداد ضغط مركبة القوة العمودية على سطح الأرض .

٢ ــ ومن خلال الجدول القياسي الدولي للجو " I . S . A " وبتطبيق المعدلات أرقام (١ ، ٢ ، ٣) ينتج الآتي :

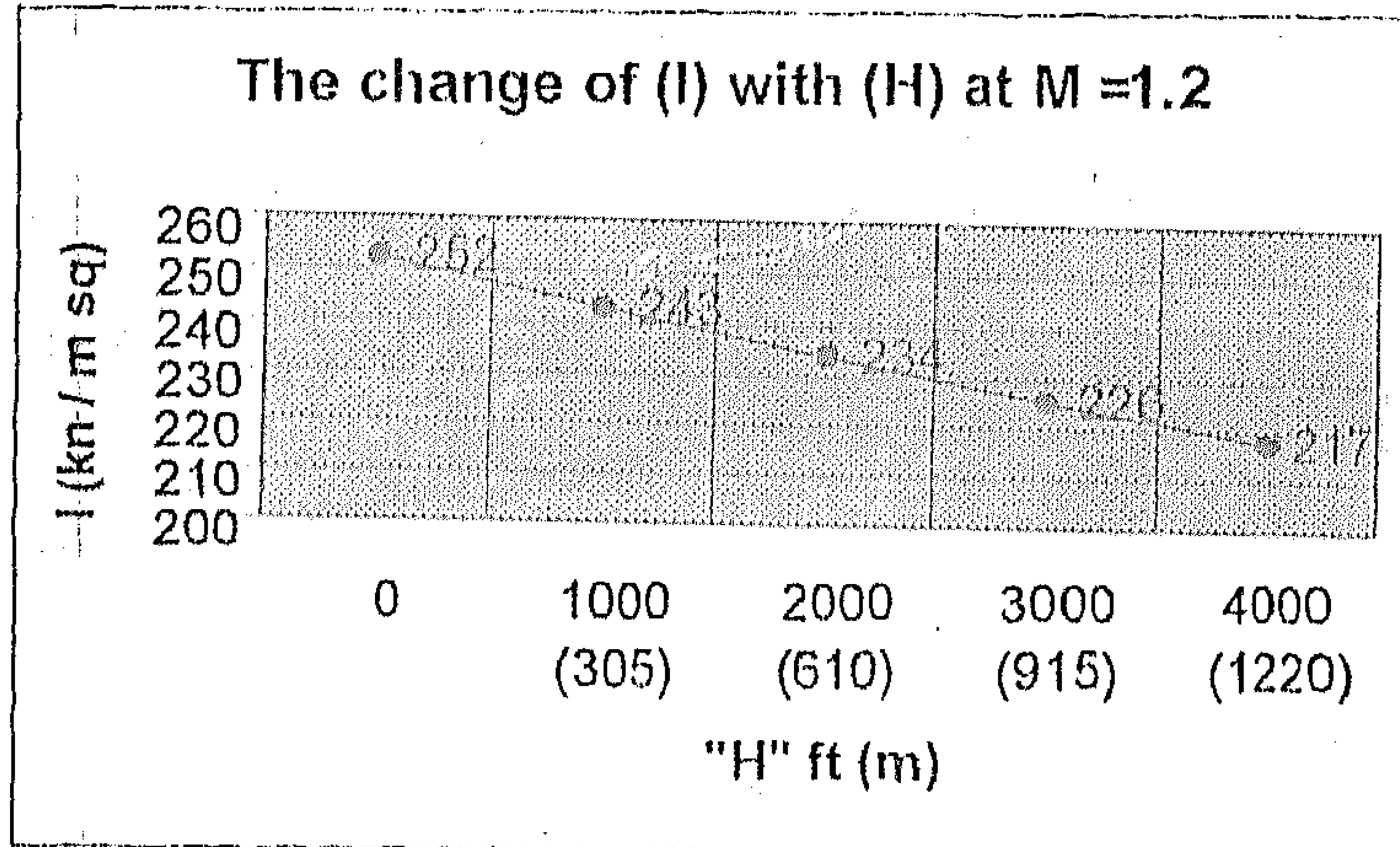
H: Aircraft Altitude in ft. (m)	O	1000 (305	2000 (610)	3000 (915)	4000 (1220)
Shock Wave Strength	1.513	1.513	1.513	1.513	1.513
P2: the Presseur Force (kgf/cm sq)	0.837	0.807	0.778	0.750	0.722
I : the Impulse function (kn/m sq)	252	243	234.5	226	217.8



٤-وبرسم العلاقة البيانية بين كلاً من ارتفاع الطائرة عـن سـطح البحـر (H) والقوة الضغطية العمودية للموجة الصدمية (P2) والقوة النبضية لها (I) ينتج الأتي : —



١-العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P2) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M = 1.2)



٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M = 1.2)

تعليق عام :-

١- التجربة العملية هى صاحبة قرار الفصل فى تعديل كل الأرقام النظرية الســابقة و التــى قابلة للزيادة والنقصان . فتعدلها التجربة الى أرقام عملية طبقا للواقع وظروف العمل .

٢- مقدار الضغط على سطح الارض الذى تسببه دبابة وزنها 70 طنا يبلغ 0.99 كجم ف/سم المربع ، أما قوة الضغط الناتجة عن تطبيق هذه الطريقة تتراوح ما بين 0.457 : 1.02 كجم.ث / سم.المربع وذلك وفقاً لسرعة الطائرة وارتفاعها عن سطح البحر .

٣- من معادلة قوة الموجة الصدمية رقم (١) The Shock Wave Strength Equation يتضح ان قيمة القوة الضاغطة الناتجة تتوقف على رقم الماخ للطائرة ، لذا يمكننـــا أخــذ عدة قوى مختلفة عند سرعات الطائرة المختلفة و المحصورة ما بين (0.95 مــــاخ و 1.2 ماخ) لتتناسب كل قوة منها مع طبيعة ألالغام الموجودة فى كل حقل .

٤- مقدار الضعف او الخمد الذىسيصيب الموجة الصدمية خلال المسافه ما بين الطـــائرة و الارض يمكـــــــن اهمالــــــــه للأســـــــباب الأتيـــــــــــة :

- نطاق الارتفاع التى ستعمل عليه الطائرة قليل نسبيا فهو لن يزيد على عدة عشرات من الامتار فوق سطح الأرض .
- سرعة تقدم جبهة الموجات الصدمية عالية جدا مما يجعل الاجراء الديناميكى الفزيائى لهذه العملية اجراء أدياباتيكى سريع Adiabatic Process لن يحدث خلاله أى تغيير.
- طبيعة الموجات الصدمية الناتجة و التي عبارة عن موجات ضغطية مركزة و لحظية ذات Small Amplitude .
- قوة مقاومة الهواء الجوى لتقدم الموجة الصدمية The Drag Force قليلة بالنسبة لها

٥- تتناسب هذه الطريقة مع حقول ألغام العلمين من حيث كونها صحراء مترامية الأطــراف ذات أرض منبسطة غير جبلية و غير مأهولة مما يجعلها مسرحاً مثالياً لاســتخدام هــذه الطريقة ، فلا يوجد حدود لطيران الطائرات فوقها بهذة السرعات .

٦- عنصر الأمان متوافر للطائرة المنفذة لعمليات التطهير للأسباب الأتية :-

- **أقل ارتفاع تحلق عليه الطائرة المنفذة أكبر من المدى المؤثر لانفجار اللغم ووصول الشظايا الناتجة عن انفجار الالغام اليها .**
- **انفجار الألغام سيكون دائماً خلف الطائرة وذلك نظراً لسرعة الطائرة العالية وحدوث الموجة الصدمية خلف الطائرة كما فى الحالة الثانية والثالثة (M=1.1&1.2).**
- **حدوث خمد كبير لنواتج هذه الانفجارات وذلك لانها ناتجة عن الغام مدفونـــة تحــت**

كميات كبيرة من الرمال تفقدها كثيراً من تأثيرها .

* حدوث تقاطعات وتداخلات للموجات الانفجارية الناتجة عن انفجار الالغام فيلاشى بعضها البعض وذلك نظراً لطبيعة زراعة وتوزيع هذه الالغام فى الارض فيحد ذلك كثيراً من تقدم جبهات الموجات الانفجارية خلف الطائرة The propagation of the pressure waves fronts .

* سرعة الطائرة أكبر من سرعة تقدم جبهة انفجار اللغم فى الهواء والتى تقدر بسرعة الصوت ، لذا فالطائرة دائماً سابقة لها خاصة كما فى الحالتان الثانية والثالثة عندما تكون سرعة الطائرة 1.1 ماخ و 1.2 ماخ .

* الموجات الضغطية المنبعثة من الطائرة ستشكل درعاً وحائطاً لصد أى موجات انفجارية ناتجة عن انفجار الألغام تتجه نحو الطائرة و كذلك تحد من اندفاع الشظايا اليها حيث ستصطدم كل موجة انفجارية قد تتجه نحو الطائرة بموجات ضغطية لا نهائية منبعثة من الطائرة نفسها.

٧- لان الموجات الصدمية The Shock Waves عبارة عن موجات ضغطية ساقطة على الارض فسوف يحدث لها انعكاس بنفس قيمة زاوية السقوط ، و ستكون الموجة المنعكسة عبارة عن موجة انضغاطية ايضا . لذا لابد من مراعاة عدم مرور طائرة خلف الطائرة المنفذة للتطهير مباشرة حتى لا تصطدم بالموجة المنعكسة .

٨-هذه الطريقة ستكون مناسبة جدا لتطهير حقول الالغام التى لا يوجد لها خرائط دقيقة أو التى تحركت من مكانها بفعل العوامل الطبيعية مع مرور الزمان ، فعن طريق تحديد المنطقة المشتبه فيها يمكن للطائرة بما عليها من أجهزة ملاحية متقدمة تتعامل مع خطوط الطول و العرض بالدرجات والدقيقة والثانية مما يجعل الطائرة قادرة على مسح كل شبر فى هذه الارض و بكل دقة و مهما كانت مساحة هذه الارض ، بالاضافة الى طبيعة الموجة الصدمية الناتجة وانتشارها لتغطى وتضغط على مساحة كبيرة من الارض قد يصل عرضها الى 50 متراً وفى نفس الوقت .

٩- يمكن اعتماد هذه الطريقة أسلوباً للدول الفقيرة لتطهير حقول ألغامها و ذلك لانها غير مكلفة ،حيث يوجد فى العالم ما يقرب من 110 مليون لغم علماً بأن هذا العدد فى تذايد مستمر نتيجة لاستمرار عمليات زراعتها ومعظم هذه الألغام توجد فى الدول الفقيرة ... ويوجد فى مصر وحدها ما يقرب من 33% من اجمالى هذه الألغام

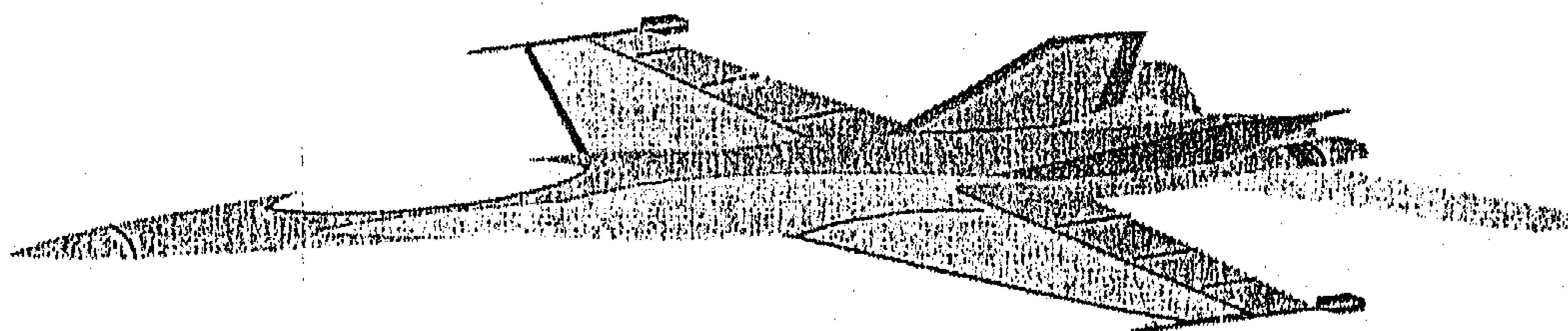
١٠- لن تتأثر المدن القريبة بالتفجيرات الناتجة عن تطهير حقول الألغام وذلك لأن هذه الانفجارات متعددة المصادر بعدد الألغام المنفجرة فى الحقل وليست صادرة من مصدر

واحد . لذا فالموجات الانفجارية الصادرة عن انفجار هذه الألغام ستتقاطع وتتداخل مع بعضها البعض مما سيؤدى الى اضعاف هذه الموجات وعدم وصولها بنفس القوة الى هذه المدن خاصة عندما يكون اتجاه التطهير (خط تحليق الطائرة) موازياً لهذه المدن حيث ستنفجر الألغام التى على نفس الصف فى نفس الوقت فتتقاطع وتتلاشى موجاتها بالكامل، بالاضافة الى أن هذه الانفجارات ناتجة عن الغام مدفونة تحت كميات كبيرة من الرمال تفقدها كثيراً من تأثيرها وتلحق بها خمد كبير .

١١- لن يحدث ردم للألغام التى قد لن تنفجر تحت الرمال الناتجة عن الحفر المتكونة من انفجار الألغام الأخرى المجاورة لها . وذلك لأن الحفرة الناتجة عن انفجار أى لغم ستردمها رمال الحفرة الأخرى الناتجة عن انفجار اللغم المجاور لها وهكذا ..

١٢- تعتبر مراجع ديناميكا الغازات التالية هى المذكرة التفسيرية لفكرة هذا الابتكار :-

1- Gas Turbin Theory for H. Cohen & G.F.C. Rogers.
2- Shock Waves Mechanics for Whithon, G.B.
3- Expermental method of Engineering for J.P. Holmal.
4- Gas Dynamics vol . 1 for Zucrow & H. Offwan .
5- One-Dimensional Compressible flow for H. Daneshyar.



INTERNATIONAL STANDARD ATMOSPHERE

Press Alt, h	Temperature t				Pressure, p				Density	
ft	°F	°C	$\frac{T}{T_o} = \theta$	a/a_o	in Hg	lb/ft²	mb	$\frac{p}{p_o} = \delta$	slugs/ft³	$\frac{\rho}{\rho_o} = \sigma$
0	59.0	15.0	1.0000	1.0000	29.92126	2116.2	1013.2	1.0000	.002377	1.000
1,000	55.4	13.0	.9931	.9965	28.860	2041.0	977.1	.9643	.002308	.9710
2,000	51.9	11.0	.9861	.9931	27.820	1968.0	942.2	.9290	.002241	.9428
3,000	48.3	9.1	.9795	.9896	26.820	1897.0	908.2	.8963	.002175	.9150
4,000	44.7	7.1	.9726	.9862	25.840	1828.0	875.1	.8637	.002111	.8881
5,000	41.2	5.1	.9656	.9826	24.900	1761.0	843.1	.8321	.002048	.8616
6,000	37.6	3.1	.9587	.9791	23.940	1696.0	811.9	.8013	.001987	.8359
7,000	34.0	1.1	.9518	.9757	23.090	1633.0	781.8	.7716	.001927	.8107
8,000	30.5	-0.8	.9452	.9721	22.220	1572.0	752.6	.7428	.001868	.7859
9,000	26.9	-2.8	.9382	.9686	21.390	1513.0	724.3	.7148	.001811	.7619
10,000	23.3	-4.8	.9313	.9650	20.580	1455.0	696.6	.6875	.001755	.7383
11,000	19.8	-6.8	.9244	.9615	19.790	1400.0	670.2	.6614	.001701	.7156
12,000	16.2	-8.8	.9174	.9579	19.030	1346.0	644.4	.6360	.001648	.6933
13,000	12.6	-10.8	.9105	.9543	18.290	1294.0	619.5	.6114	.001596	.6714
14,000	9.1	-12.7	.9039	.9506	17.580	1243.0	595.1	.5873	.001545	.6500
15,000	5.5	-14.7	.8969	.9470	16.880	1194.0	571.6	.5641	.001496	.6293
16,000	1.9	-16.7	.8900	.9434	16.220	1147.0	549.1	.5419	.001447	.6088
17,000	-1.6	-18.7	.8831	.9397	15.570	1101.0	527.1	.5202	.001401	.5894
18,000	-5.2	-20.7	.8761	.9361	14.940	1057.0	506.0	.4994	.001355	.5700
19,000	-8.8	-22.6	.8695	.9324	14.340	1014.0	485.4	.4791	.001319	.5549
20,000	-12.3	-24.6	.8626	.9287	13.750	972.5	465.6	.4595	.001266	.5326
21,000	-15.9	-26.6	.8556	.9250	13.180	932.4	464.4	.4405	.001224	.5149
22,000	-19.5	-28.6	.8487	.9212	12.640	893.7	427.8	.4222	.001183	.4977
23,000	-23.0	-30.6	.8418	.9176	12.110	856.3	409.9	.4045	.001143	.4809
24,000	-26.6	-32.5	.8352	.9138	11.600	820.2	392.7	.3876	.001103	.4640
25,000	-30.2	-34.5	.8282	.9109	11.100	785.3	376.0	.3711	.001065	.4480
26,000	-33.7	-36.5	.8213	.9062	10.630	751.6	359.8	.3551	.001028	.4325
27,000	-37.3	-38.5	.8143	.9024	10.170	719.1	344.3	.3398	.000992	.4173
28,000	-40.9	-40.5	.8074	.8986	9.725	687.8	329.3	.3250	.000957	.4025
29,000	-44.4	-42.5	.8005	.8948	9.297	657.6	314.8	.3107	.000923	.3881
30,000	-48.0	-44.4	.7939	.8909	8.885	628.4	300.8	.2969	.000889	.3741
31,000	-51.6	-46.4	.7869	.8871	8.888	600.3	287.4	.2836	.000857	.3605
32,000	-55.1	-48.4	.7800	.8832	8.106	573.3	274.5	.2709	.000826	.3473
33,000	-58.7	-50.4	.7730	.8792	7.737	547.2	262.0	.2586	.000795	.3345
34,000	-62.2	-52.4	.7661	.8753	7.382	522.1	249.9	.2466	.000765	.3220
35,000	-65.5	-54.3	.7595	.8714	7.041	498.0	238.4	.2353	.000737	.3098
36,000	-69.4	-56.3	.7526	.8674	6.712	474.7	227.3	.2243	.000709	.2981
36,089	-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.683	472.7	226.3	.2233	.000706	.2971
37,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.397	452.4	216.6	.2138	.000676	.2844
38,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.097	431.2	206.4	.2037	.000644	.2710
39,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.811	411.0	196.8	.1942	.000614	.2583
40,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.538	391.7	187.5	.1851	.000585	.2462
41,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.278	373.3	178.7	.1764	.000558	.2346
42,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.030	355.8	170.3	.1681	.000532	.2236
43,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.794	339.0	162.3	.1602	.000507	.2131
44,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.569	323.2	154.7	.1527	.000483	.2031
45,000	-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.355	308.0	147.5	.1456	.000460	.1936

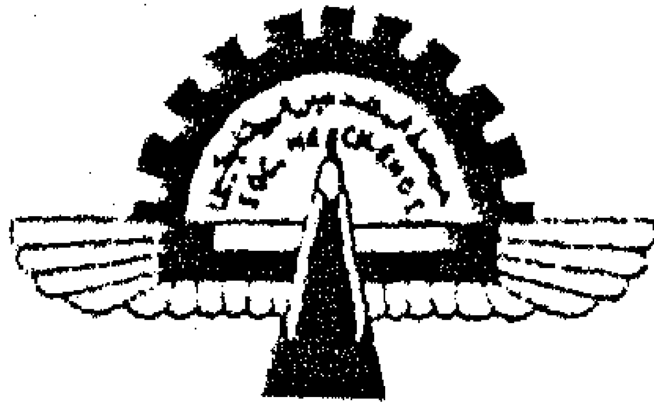
$T_o = 59.0 + 459.67 = 518.67°R$ $T_o = 15.0 + 273.15 = 288.15°K$ $\rho_o = .002377\ slug/ft^3$

$R = 53.35\ ft\ lb_f/lb_m\ °R$ $a_o = 1116.4501\ ft/sec$ $P_o = 2116.21662\ lb/ft^2$

Reference: NACA Technical Report No. 1235

Figure 12

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية فى خدمة المشروعات القومية والتنموية

4/4

تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة
المشروعات القومية التنموية

أستاذ دكتور / عزمى البرى

بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص ورقه عمل عن تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية

(١) أ . د/ عزمي البري (٢) أ . د/ أحمد فريد السهريجي (٣) د / أسامة كامل

تهدف ورقة العمل المقدمة إلى الربط بين صناعة المعدات الزراعية في مصر وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية ٠٠ ويشتمل موضوع الورقة على نبذة مختصرة عن الواقع البيئي والزراعي بمناطق جنوب الوادي وأسس ومقترحات استخدامات المياه ومعدات الري فيها علاوة على الاتجاهات الرئيسية لتأصيل استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة خلال هذه المناطق ٠٠ كما تعرض الورقة لأنماط استخدام آلات ومعدات الزراعة وتوصيف تصميمها لملائمة طبيعة هذه المناطق . . وقد استهدفت الورقة استعراض الأسس الخاصة بمراحل إنتاج أي معدة أو آلة زراعية وإيضاح أسس تصميمها وتصنيعها بما يضمن نجاحها علاوة على الخصائص والخواص التصنيعية للمواد المستخدمة في صناعة معدات وآلات الزراعة ٠٠ كما اشتملت الورقة على الموقف الراهن للتصنيع المحلي وبعض الشركات القائمة على تصنيع معدات وآلات الزراعة كما تتناول ورقة العمل المعوقات التي تواجه عملية تصميم وتصنيع معدات الزراعة في مصر والمشاكل التي تعوق التوسع المستقبلي فيها وتؤثر علي تطويرها واستثمار العائد من ورائها سواء كانت هذه المعوقات تختص بالتقنية أو التطبيق أو التسويق .. وتعرض ورقة العمل مقترحات الحلول التي يمكن من خلالها وضع أطر تشكل أساسا لاستقرار الصناعات الوطنية للمعدات الزراعية من خلال عدة محاور تتناول أساليب تقوية الترابط بين البحث والتطبيق والتصنيع والتسويق بما يحقق التكامل في تصميم وتصنيع معدات زراعية ذات كفاءة أداء عالية من خلال دراسة الإمكانيات التكنولوجية المتوفرة للتصنيع المحلى للمعدات الزراعية وقطع غيارها وعلي الأخص الصناعات المغذية والوسيطة كما تناولت الورقة دور الهندسة الزراعية في تأصيل استخدام معدات الزراعة لخدمة وزراعة البيئة الصحراوية بالمشروعات القومية التنموية .

---

(١) مدير معهد بحوث الهندسة الزراعية ورئيس قسم الهندسة الزراعية كلية الزراعة – جامعة القاهرة.

(٢) مستشار معهد بحوث الهندسة الزراعية – مركز البحوث الزراعية – وزارة الزراعة .

(٣) مدير مركز ميكنة الأرز – ورئيس قسم هندسة التصنيع والتداول – معهد بحوث الهندسة الزراعية .

تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية

مقدمـــــة

الميكنة الزراعية هي إحدى الوسائل الرئيسية الخاصة بزيادة إنتاجية المحاصيل مع خفض تكلفة الإنتـاج للمساحات المنزرعة بالإضافة إلى ما تحققه من تعويض في نقص العمالة الزراعية خلال فترة الذروة للعمليات الزراعية المختلفة .. علاوة علي ما تحققه ميكنة العمليات الزراعية من سرعة في الإنجاز مع دقة الأداء والتي تؤدي في مجملها الي الوفر الكمي والنوعي للمحاصيل المختلفة مع توفير وترشيد استخدامات مياه الري ومـــا تحققه من عائد علي المستوي القومي .. بالإضافة الي أهمية الميكنة الزراعية في تلبية احتياجـــات اســـتزراع واستصلاح المساحات الكبيرة المتواجدة بتوشكي والعوينات وسيناء .. وتعني الميكنة الزراعية تأدية العمليـــات الزراعية بواسطة معدات وآلات زراعية في المراحل المختلفة بدءا من العمليات المهادية واعداد التربة والتـي تشتمل علي عمليات الحرث والتمشيط والتسوية مرورا بمرحلة الزراعة والري والعزيـــق ومكافحـــة الآفـــات والتسميد وانتهاء بعمليات الحصاد ومعاملات ما بعد الحصاد والتي تتضمـــن عمليـــات التجفيـــف والتخزيـــن والتداول .. وتختلف طبيعة شكل وتصميم وأداء الآلات والمعدات الزراعية لكل نـــوع مـــن هـــذه العمليـــات باختلاف نوع التربة (رملية – طينية – طميية) ونوع المحاصيل وأسلوب الري وطبيعـــة وحجـــم الحيـــازة المنزرعة .. حيث تحدد هذه العوامل الكفاءة الحقلية للمعدة أو الآلة المستخدمة وقدرتـــها الحصـــائيـــة ومـــدي ملاءمتها لظروف التشغيل وتكاليف وتشغيلها .

الواقع البيئي والزراعي لمناطق المشروعات القومية التنموية .

يعتبر مشروع تنمية البيئة جنوب الوادي أحد المشروعات القومية الرائدة التي تساهم في إضافـــة مســـاحات زراعية جديدة تساهم في توفير المراعي للحيوانات والغذاء والكساء للإنسان وهو ما تشير إلية الموارد التنمويـــة المتاحة للإقليم والمناطق المجاورة وتشير النظرة المستقبلية لهذه المناطق إلى أنها مناطق واعدة عند التعامل معـــها علي أساس علمي وبيئي سليم .. ويوجد الكثير من المحاصيل المبشرة والتي يمكن البدء بها في برامج وتراكيـــب محصولية تزيد من الأمان الغذائي وتعمل علي تقليص فجوة إنتاج الزيوت و إنتاج الأخشاب وتلبية خطـــة تنميـــة الثروة الحيوانية كما تتضمن البرامج لهذه المنطقة خطة تطبيقية تضمن حماية البيئـــة مـــن الملوثـــات الصناعيـــة والمبيدات الضارة بالإنسان والحيوان وعدم نقل الأمراض والآفات خارج المنطقة اعتمادا علي خطة حجر زراعي متكامل للمنطقة في إطار سياسة وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي حيث يمكن إعداد دراسات مستقبلية اعتمادا علي تقرير الموارد الأرضية وموارد المياه .. يمكن بعدها إعداد التراكيب المحصولية التي تتفق مع ظروف هـــذه المناطق . وكذلك إعداد النظم الزراعية التي تعمل علي حماية التربة من الانجراف وعلي توفير المياه ومقارنـــة ظروف الإجهاد النباتي مثل درجات الحرارة المرتفعة والضوء غير المناسب وملوحة التربة والميـــاه (الصـــوب الزراعية) .. كذلك وضع خطط الإعداد الجيد والملائم لاستخدام طرق التسميد الطبيعية والحيوية الحديثة للحد من تلوث البيئة . والتوجه إلى الاهتمام بالمندمجات الزراعية (Agro Forestry) والتـــي تعتمـــد علـــي زراعـــة مجموعة من أشجار الفاكهة أهمها النخيل والزيتون وبعض أشجار الأخشاب وبعض الشجيرات والنباتات العلفيـــة وبعض من المحميات الحقلية والخضر والتي يمكن أن تنمو وتثمر بصورة اقتصادية طبقا لظروف هذه المناطق .

أسس ومقترحات استخدامات المياه ومعدات الري في المشروعات القومية التنموية :-

أن ترشيد استخدام المياه وتقليل المفقود منها بشتي الوسائل الممكنة ورفع كفاءة استخدامها تعد مسالة حتمية في المشروعات التنموية القومية وصولا للاستغلال الأمثل وذلك من خلال :

١ - استخدام نظم الري المتطور الحديث .

٢ - رفع كفاءة وتطوير شبكات نقل وتوزيع المياه وتخزينها .

٣ - استغلال المياه الجوفية المتوفرة .

٤-حصاد مياه الأمطار والسيول ..

٥- رفع كفاءة الري الحقلي.

مما سبق يمكن تحديد التركيب المحصولى المناسب فى جميع هذه المناطق طبقا لنظام الري المستخدم مثل التنقيط - الري تحت السطحي - الري باستخدام الأنابيب المبوبة - والرى النبضي مع نظم الري داخل الصوب الزراعية.

تأصيل استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في المشروعات التنموية القومية :-

تعتبر الطاقات الجديدة والمتجددة على جانب كبير من الأهمية لكونها طاقة نظيفة صالحة للعمل في المناطق البعيدة و التي يصعب إمدادها بالوقود لتشغيل مولدات الديزل أو التي تحتاج إلى تكاليف عالية جدا عند إمدادها بخطوط الضغط العالي.. وتعتبر مناطق المشروعات التنموية القومية بجنوب الوادي وسيناء والتي تتميز بمناخ خاص من انسب المناطق لاستخدام الطاقات المتجددة والنظيفة وتتعدد الأنشطة البشرية المتوقعة والتي تتطلب توفير طاقة لها بمواقع المشروعات التنموية والقومية مثل صيد الأسماك وتصنيعها ورفع المياه الجوفية واستخدامه للزراعة وصناعات التجفيف علي الحاصلات الزراعية والتغليف وغيرها من الصناعات الخفيفة .

وتتلخص بعض أنماط الطاقة الجديدة والمتجددة في هذه المناطق من خلال:

استخدامات الطاقة الشمسية وذلك كطاقة حرارية يمكن توظيفها في:

تسخين المياه للأغراض المنزلي والصناعية (اقل من ١٠٠ م ٥) - تجفيف المنتجات الزراعية

أو كطاقة فوتوفولطية:

من خلال توليد الكهرباء مباشرة من الخلايا الشمسية وتوظيفها في تشغيل طلمبات لرفع المياه من الآبار المتوفرة في المنطقة - تشغيل طلمبات لرفع المياه خلال شبكات الري - تشغيل وسائل التبريد والتسخين للصوب الزراعية .

استخدامات طاقة الرياح:

وذلك من خلال إدارة مراوح هوائية تستخدم لانتاج الكهرباء اللازمة لضخ المياه العذبة المتوفرة في الآبار لأغراض الري و الشرب والتنمية الزراعية .

الطاقة الناتجة عن المخلفات الحيوانية والآدمية:

تستخدم في إنتاج غاز البيوجاز للاستخدام في مواقع الاستصلاح

أنماط استخدام آلات و معدات الزراعة في خدمة المشروعات التنموية القومية :

تلعب الميكنة الزراعية دورا هاما في تلبية احتياجات استزراع واستصلاح المساحات الكبيرة المتواجدة بمناطق المشروعات التنموية القومية والعملاقة بجنوب الوادي وشبة جزيرة سيناء . .وتختلف طبيعة وشكل وحجم المعدة أو الآلة الزراعية باختلاف نوع العملية الزراعية خلال المراحل المختلفة بدءا من عمليات إعداد التربة وتمهيدها للزراعة مرورا بمرحلة الزراعة والري والعزيق ورش المبيدات والتسميد وانتهاء بعمليات الحصاد ومعاملات ما بعد الحصاد والتي تشتمل علي عمليات التجفيف والتخزين والتداول بالإضافة إلى عمليات التصنيع الزراعي للمنتجات الزراعية والصناعات القائمة عليها .

ونظرا للطبيعة الخاصة التي تتميز مها مناطق المشروعات التنموية القومية من حيث نوع التربة واتساع المساحات وطبيعة مياه الري بها ومصادرها بالإضافة إلى التركيب المحصولى الخاص بهذه المناطق والظروف المناخية(درجة الحرارة – الرطوبة النسبية – شدة الإشعاع الشمسي – شدة الرياح) فان تأصيل تصميم المعدات وآلات الزراعية في هذه المناطق تخضع لعدة اعتبارات لوضع منظومة متكاملة لتوصيف استخدام معدات الزراعة بما يتوافق مع ظروف كل منطقة . وعلي ذلك فانه لابد من اختيار آلات ومعدات زراعية ذات مواصفات خاصة لتحقيق كفاءة الأداء واقتصاديات التشغيل بمّا يحقق التوازن والتكامل في وضع منظومة متكاملة وذلك من خلال:

١- استخدام جرارات عالية القدرة (١٢٠-٤٠٠ حصان) لإجراء عمليات الحراثة والزراعة والاستصلاح علاوة علي استخدامها في الأعمال الإنشائية المزرعية وعمليات بذر الحبوب في مناطق الاستصلاح الكبرى علي أن تكون هذه الجرارات مزودة بكابينة مكيفة للسائق.

٢- استخدام آلات الحصاد الشاملة (الكومبيانات) ذات عرض تشغيل كبير (أكثر من ٥ متر) ويفضل آلات الحصاد المزودة بنظام تجميع التبن. ويراعي أن تكون هذه الآلات مزودة بكابينة مكيفة لظروف التشغيل في مناطق الاستصلاح.

٣- استخدام معدات الحراثة والتنعيم والتسوية والتي يفضل فيها استخدام آلات متعددة الأغراض ذات أحجام كبيرة للقيام بأكثر من عملية في وقت واحد والتي تناسب قدرات التشغيل العالية من الجرارات علاوة علي اقتصاديات التشغيل للمساحات الواسعة. ويجب أن تتوافر في هذه الآلات القدرة علي تكسير الطبقة الصماء.

٤- استخدام معدات البدار والسطارات وآلات شتل الخضر والتي يجب أن يتوافر فيها عرض تشغيل كبير مع الآخذ في الاعتبار أن تكون لها القدرة علي زراعة أنواع عديدة من الحبوب.

٥- استخدام معدات خدمة المحصول النامي مثل آلات نثر السماد وآلات الرش المعلقة علي الجرارات الزراعية ويفضل آلات النثر المعلقة علي عمود الجرار الخلفي وتعمل بالطرد المركزي والتي تقوم بعمليتي العزيق والتسميد في نفس الوقت. ويجب أن تتوافر في هذه الآلات القدرة علي رش المساحات الكبيرة.

٦- المضخات وطلمبات الري والتي يتم استخدامها في رفع المياه من الآبار (طلمبات غاطسه) لاستخدامات الري والمساحات الواسعة لزراعة محاصيل الحبوب (القمح والشعير) وحقول الإنتاج الحيواني ومزارع العلف.

٧- معدات الري الحديث والتي تتمثل في أنابيب نقل المياه بمختلف أشكالها والتي تناسب مناطق الاستزراع الكبرى علاوة علي معدات الري بالتنقيط والمتمثلة في أنابيب التغذية الرئيسية والفرعية والنقاطات ويفضل التحكم

الأوتوماتيكي في منظومة الري الحديث خلال مساحات الاستصلاح كما يفضل استخدام المنظومة التي تقوم بعمليتي التسميد والري في أن واحد.

٨- استخدام معدات النخيل مثل معدات الصعود الي قمة النخلة والمتمثلة في الجرارات المزودة بسلالم علاوة علي معدات التلقيح من الأرض أو من معدات الصعود بالإضافة إلى معدات التسعيف. ويجب أن تتوافر في هذه المعدات سهولة الاستخدام وتامين سلامة العاملين عليها.

تصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا " مراحل انتاج – مواد الصناعة " :

مراحل إنتاج وتصنيع المعدات والآلات الزراعية :-

لضمان نجاح إنتاج أو تصنيع أي اله أو معدة زراعية سواء كانت آلة جديدة أو آلة أداء لمعدات قائمة . يجب أن تمر بعدة خطوات لتحقيق الهدف من إنتاجها.

وتبدأ أولى هذه الخطوات بالفكرة أو المشكلة الحقلية والتي تأتي بناء علي رؤية المتخصصين في المجال الزراعي من خلال احتكاكهم وتعاملهم مع العمل الحقلي والتي تم علي أساسها وضع المواصفات المطلوبة للمعدة .. حيث يقوم العاملين في مجال الميكنة الزراعية بدراسة هذه الفكرة والمواصفات وتحديد إمكانية تنفيذها من عدمه ومدي الاحتياج إلى نشرها وتسويقها . ثم يتولي فريق من المختصين في مجال التصميم الميكانيكي والهندسة الزراعية في إعداد الرسومات التجميعية وكذا الرسومات التنفيذية للأجزاء المختلفة للآلة او المعدة وذلك بعد عمل الحسابات الخاصة بالاجسهادات والعزوم علي الأجزاء المختلفة واعداد المواصفات الخاصة بخامات التصنيع لهذه الأجزاء وتحديد العدد والأدوات اللازمة لانتاج النموذج الأول من هذه المعدات .. ثم تتولي لجنة الإشراف علي تجميع وتجربة تشغيل واختبار الأداء لهذه المعدة طبقا لنماذج الاختبار المعدة لهذا الغرض ويتم بعد ذلك تصويب الرسومات أو تعديل الأجزاء لتلائم متطلبات الأداء المطلوب .. علي أن يتم بعد ذلك تشكيل لجنة من المختصين في مجال الميكنة الزراعية لعمل التجارب التأكيدية علي النموذج المصنع للتأكد من تحقيق العينة للمواصفات المحددة للآلة المطلوب تصنيعها والتوصية بأي تعديلات تمهيدا للإنتاج الكمي لهذه الآلة أو المعدة .

المواد المستخدمة في صناعة معدات وآلات الزراعة (خصائصها وخواصها التصنيعية)

تعتبر عمليات اختيار المواد المستخدمة في عملية تصنيع معدات وآلات الزراعة ذات أهمية قصوي لنجاح الآلة أو المعدة الزراعية وقابلية استخدامها وتسويقها وتحقيق الهدف من استخدامها والمردود الاقتصادي لها. ولذلك كان لابد من تحديد الخصائص التي تتلاءم مع كل جزء من الآلة أو المعدة طبقا لوظيفته. ويعتبر الأساس الهندسي لفهم طبيعة المواد واختيارها هو الإلمام بخصائصها الهندسية التي تحكم اختيار المواد لتناسب وظائف المنتج المطلوب. وتعتبر المقاومة الميكانيكية من أهم الخصائص المطلوبة لتصنيع هياكل المعدات والآلات. كما تحدد الخواص الميكانيكية للمواد (المرونة – اللدونة – الهشاشة) والمستخدمة في عمليات التصنيع تصرف هذه المواد تحت تأثير القوي والأحمال الميكانيكية من شد وضغط وثني وقص ولي. وهذه الخواص تشكل في مجملها الأساس في اختيار المواد اللازمة للتصميم الميكانيكي والإنشاءات للمعدات والآلات. ومن خلال الدراسة المتأنية يتم وضع المنظومة المتكاملة لاختيار المواد المستخدمة في صناعة المعدات والآلات الزراعية كأحد العناصر الرئيسية التي تضمن نجاح عملية التصنيع لآلات ومعدات الزراعية طبقا لظروف تشغيلها وطبيعة عملها. سواء كان المنتج المصنع جزء من آلة أو معدة أو آلة متكاملة.

الصناعات المغذية لصناعة المعدات والآلات الزراعية في مصر

تعتبر الصناعات المغذية للمعدات والآلات الزراعية ذات أهمية كبيرة في المساهمة في رفع عملية التصنيع المحلي لاجزاء المعدات والآلات الزراعية. ويوجد في مصر قاعدة متكاملة للصناعات المغذية تتمثل في:

- **صناعة المسبوكات** (جسم محرك الجرار الزراعي – مسبوكات صلب لاجزاء المعدات الزراعية......الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة حلوان للمسبوكات.
- **صناعة المطروقات** (المطروقات الصلب مثل الكرنك – ذراع التوصيل – التروس – الاكسات – الصدر – الروافع – الأعمدة – سكاكين المحاريث...الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة النصر لصناعة المطروقات.
- **صناعة مسبوكات الألومنيوم** (اسطمبات لانتاج الأجزاء المختلفة المطلوبة من سبائك الألومنيوم) وتتواجد هذه الصناعة بالشركة العامة للمعادن.
- **صناعة قطاعات الصلب** (تصنيع الهياكل مثل الكمر والزوايا والألواح...الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة الحديد والصلب المصرية.
- **صناعة المحركات بالكامل**...وتتواجد هذه الصناعة بشركة النصر لصناعة السيارات وشركة حلوان لمحركات الديزل.
- **صناعة معدات التغذية ومضخات الوقود**... وتتواجد هذه الصناعة بالهيئة العربية للتصنيع.
- **صناعة الإطارات والبطاريات**... وتتواجد بشركة النقل والهندسة.

موقف التصنيع المحلي للآلات والمعدات الزراعية والشركات القائمة عليها :-

تنقسم فروع التصنيع المحلي الي :

- تجميع وتصنيع الجرارات وأجزاؤها وقطع غيارها .
- صناعة معدات الميكنة الزراعية وأجزاءها وقطع غيارها .
- صناعة قطع الغيار للمعدات المتواجدة حاليا وذلك بغرض صيانتها وتشغيلها بكفاءة .
- أجراء العمرات العمومية لمعدات الميكنة الزراعية بأنواعها المختلفة .

ويمكن تصنيف بعض الشركات القائمة علي تصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا وفقا للآتي .

- مصنع حربي ٩٩٩ (العزاقات الدورانية_المحاريث الدورانية_المحشات_آلات الدراس)
- شركة حلوان لمحركات الديزل (طلمبات الري_محركات الديزل الجرار حلوان ٣٥ ح_رش مبيدات)
- مصنع صقر (السطارات – طحن وجرش الحبوب)
- مصنع قادر (السطارات – المحاريث الدورانية)
- شركة مساهمة البحيرة (المحاريث بأنواعها حفار – قلابة – تحت التربة –القصابيات – المقطورات)
- شركة النصر لصناعة السيارات (جرارات زراعية ٦٥ ح)
- ميتو للتجارة والميكنة الزراعية (مقطورات زراعية آلات دراس – محاريث – عزاقات آلات رش مبيدات – قصابيات)
- الشركة العربية للتجارة (مقطورات زراعية آلات دراس – محاريث قصابيات)
- شركة اباكو (مقطورات)
- راضي تريد (رشاشات ظهرية)
- فريد حسنين وشركاة (طلمبات ري – ومعدات ري)

- ورشة النصر لصناعة المقطورات (مقطورات زراعية - محاريث - قصابيات - آلات دراس - لوادر تحميل)
- ديا موند (آلات تسطير - آلات دراس - آلات تحميل)
- الوايلرال فريد للطلمبات (طلمبات ري)
- التوريدات العمومية جيسكو (رشاشات ظهرية مواتير رش)
- الاتحاد للتنمية الزراعية (مستلزمات شبكات الري)
- طنطا موتورز (حفار تطهير - محاريث قلابة - محاريث حفارة - قصابيات - آلات تسطير - مقطورات -
- آلات زراعية بطاطس)
- الورشة الوطنية (مقطورات - محاريث - عزاقات)
- مركز التنمية الزراعية (طلمبات ري)
- صناعة مواسير البلاستيك (صناعة مواسير الصرف البلاستيك -ومواسير شبكات الري)
- مركز خدمة الآلات الزراعية (مجموعات الرش - مقطورات - محاريث - خطوط طلمبات ري)
- الشرق للالات الزراعية (طلمبات ري)
- ميد لاندا الهندسية (آلات تقطيع المخلفات)
- مصنع الشرقية للمرشحات الجوفية (تصنيع فلاتر ري)

<u>مشاكل ومعوقات عمليات تصميم وتصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا :-</u>

واجهت عملية تصميم وتصنيع معدات الزراعة في مصر العديد من المشاكل التي تعوق التوسع المستقبلي فيها وتضع محددات تؤثر علي تطويرها واستثمار العائد من ورائها وتتلخص هذه المحددات في النقاط الاتية :

- نقص المعلومات الخاصة بالتطور التكنولوجي فيما يتعلق بالمواصفات التصنيعية للخامات المناسبة للأجزاء المختلفة والمواصفات التشغيلية الخاصة بها مما يؤثر علي كفاءة اداء المنتج وظهور عيوب الصناعة مما يؤثر علي عملية تشغيلة وتسويقة .
- ضعف الترابط بين البحث والتطبيق والتصنيع بما يحقق التكامل في تصنيع آلة أومعدة زراعية ذات كفاءة أداء عالية .
- ضعف التدريب لمشغلي الآلات علاوة علي ضعف عمليات خدمة ما بعد البيع وبرامج الصيانة والاصلاح وعدم توافر قطع الغير المناسبة علاوة علي ضعف برامج الارشاد الخاصة بالتوعية للاستخدامات والتخزين السليم مما يؤدي الي ضعف كفاءة استخدام الآلات والمعدات الزراعية .
- عدم وجود الدعم المادي لتبني الفكرة الخاصة بتصنيع المعدات الزراعية بما يواكب ظروف التشغيل الحقلية تحت الظروف المحيطة .
- عدم وجود اطار تسويقي ناجح لما يتم تصنيعة من معدات محليا والتي تعتبر احدي العقبات الرئيسية في وضع اسس ثابتة لتطوير صناعة المعدات الزراعية محليا .
- عدم وجود حافز للمنتج الصناعي محليا نتيجة انخفاض العائد بالاضافة الي خفض الرسوم الجمركية علي المعدات المستوردة كاملة مما يجعل المستورد أقل سعرا وأعلي جودة نتيجة التطور التكنولوجي الهائل في الدول المستوردة .
- عدم وجود ضوابط محددة علي الاستيراد ودون دراسة جدوي حقيقية للطلب الفعلي علي معدات الزراعة ونوعياتها مما أدي الي هيمنة المعدات المستوردة علي السوق المحلي .

مقترحات الحلول وأسس خلق صناعة وطنية للآلات والمعدات الزراعية :-

وحتى تستقر الصناعة الوطنية للمعدات الزراعية فأن الحاجة ماسة إلى تحقيق ذلك من خلال المحاور آلاتية

١- دراسة إنشاء مركز معلومات متخصص لصناعة الآلات والمعدات الزراعية,استغلال التطور الهائل في الاتصالات وشبكة الإنترنت لتسجيل المعلومات الأساسية والإنتاج للعاملين في صناعة المعدات مع توفير الدراسات الفنية اللازمة لوضع إطار عام لاحتياجات قطاع الزراعة من الآلات والمعدات في ضوء الأهداف المطلوب تحقيقها في مجال ميكنة العمليات الزراعية .. علي أن تشتمل هذه المعلومات علي إجراء دراسة ميدانية متكاملة للحيازات الزراعية لاخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم الآلات والمعدات الزراعية وبما يتناسب مع هذه المساحات .

٢- دراسة الإمكانيات التكنولوجية المتوفرة للتصنيع المحلي للآلات والمعدات الزراعية وقطع الغيار وعلي الأخص الصناعات المغذية – الصناعات الوسيطة – إمكانية البحوث والتطوير – إمكانيات الاختبار – والجودة – أولويات التصنيع المقترحة مع ضرورة الاهتمام بتطوير وتحسين خصائص الخامات المتاحة محليا والوصول بها إلى مواصفات المواد العالمية مع العناية بالمعاملات الحرارية وغيرها مما يحسن من نوعياتها مع الدعوة لوضع مواصفات قياسية للمعدات الزراعية تتفق مع طبيعة المناخ والتربة في مصر .

٣- دراسة اقتصاديات التصنيع من حيث حجم السوق – المنافسة علي البديل أو المستوردة – حجم الاستثمارات المطلوبة – التمويل العائد المتوقع – المساهمات والمشاركات من المستخدمين الأفراد مع إجراء دراسة سوقية عن الأسعار والقدرات الفنية للمعدات والآلات المنافسة لاخذ ذلك في الاعتبار عند تصنيعها وتحديد أسعارها مع فتح مجال التسويق للمعدات والآلات الزراعية من خلال المؤسسات والبنوك ورجال الأعمال والمستثمرين .

٤- تنمية المهارات الابتكارية للباحثين لحل مشاكل استخدام الآلات الزراعية وتطويرها لتلائم الظروف المحلية ضمن برنامج متكامل لتصميم وتطوير الآلات الزراعية وذلك بالتدريب علي نقل التكنولوجيا المتطورة .

٥- تدريب الفنيين بالورش وشركات تصنيع الآلات والمعدات الزراعية بالقطاعين العام والخاص لانتاج النماذج الأولية للآلات المطورة والمبتكرة مع القيام بالدور الإرشادي لنقل التكنولوجيا التي تتناسب مع ظروف المزارع المصري بالتعاون مع الشركات الصناعية في تقديم الآلات ذات المردود الاقتصادي .

٦- تفعيل دور بنك التنمية والائتمان الزراعي في تسويق المنتج الوطني مع الإسهام بدور إيجابي وملموس في عمل تسهيلات لمنح قروض لتمويل المشروعات الزراعية المرتبطة بميكنة العمليات الزراعية .

٧- الاهتمام بالصناعات المتوسطة والصغيرة من خلال التنسيق والتعاون صناديق الخدمات الاجتماعية وبنوك الائتمان مع التوسع في تصنيع المعدات الزراعية عن طريق :

- تشجيع الاستثمار في شراء وتأجير المعدات الزراعية .
- تشجيع الاستثمار في إنشاء ورش الصيانة والا صلاح.
- التحول إلى عمالة فنية تعمل في مجال صناعة الآلات الزراعية .
- قيام تجارة للآلات الزراعية وقطع الغيار المصنعة محليا .

٨-دراسة التشريعات واللوائح التي تعمل علي إيجاد المرونة المتكاملة في تنفيذ وحماية المنتج من خلال وضع مقترحات محاربة الإغراق والتي تؤثر الي حد بعيد علي الصناعات المحلية من خلال خفض الجمارك علي مستلزمات الصناعات المغذية ووضع مواصفات قياسية محددة والتي تؤدي إلى استيراد الجيد منها فقط .

دور الهندسة الزراعية في تأصيل استخدام معدات الزراعة لخدمة البيئة الصحراوية بالمشروعات القومية

يتركز دور الهندسة الزراعية في استخدام وتطبيق الأسس والمفاهيم الهندسية علي عناصر الإنتاج الزراعي الرئيسية وهي بيئة الإنتاج وما تتضمنه من ارض وماء ومناخ بالإضافة إلى عنصر العمل وراس المال من خلال المجالات الأساسية التالية.

هندسة الأراضي والمياه

وتتمثل في تأثير اتباع نظم الري بالتنقيط ونظم الري بالتنقيط تحت سطحي والذي خلصت فيه الدراسات إلى تفضيل استخدام هذه النظم لندرة ماء الري وهنا يبرز دور الهندسة الزراعية في ترشيد مياه الري وتقليل الفواقد والمحافظة علي التربة الزراعية في مناطق المشروعات التنموية القومية من التلوث.

ميكنة العمليات الزراعية الحقلية

ويمثل دور الهندسة الزراعية في هذا الصدد في تطوير وتطويع المعدات والآلات الزراعية بما يتلاءم مع الظروف الزراعية وبيئة الإنتاج مع تشجيع التصنيع المحلي الكثير من المعدات والآلات الزراعية التي تناسب مختلف البيئات الزراعية ومن أمثلة ذلك تصنيع نماذج مختلفة لمعدات ميكنة النخيل تختلف في تصميمها وتصنيعها طبقا لمناطق تشغيلها.

هندسة المنشآت الزراعية والتحكم البيئي داخلها

وذلك من خلال تحديد المواصفات الهندسية الفنية لمنشآت الإنتاج الحيواني وتحديد السعة الحرارية ودرجات التهوية اللازمة وتحدد المواصفات الهندسية أبعاد توجيه مباني الإنتاج الحيواني ومواد بنائها بالإضافة إلى تحديد المواصفات الهندسية للصوب الزراعية والتحكم البيئي داخلها واختبار خاماتها مع ميكنة العمليات الزراعية وهندسة الري المنفذ بها.

هندسة تصنيع المنتجات الزراعية

وذلك من خلال تطوير معدات التدريج ومجففات الحبوب والثمار وغيرها والتي أخذت طريقها في التصنيع المحلي بمصر. وتتميز معظم هذه الآلات بسرعة الإنجاز وتقليل نسبة الفاقد مع ضمان الجودة المميزة للمنتجات الزراعية .

المـــــــراجــع

****

١- أ . د / أحمد فريد السهريجي (١٩٩٢) . أفاق التعاون الاقليمي لتصنيع الآلات الزراعية .

٢- أ . د / أحمد فريد السهريجي (١٩٨٩) . التصنيع المحلـــي لآلات والمعــدات الزراعيـــة فـــي جمهوريـــة مصر العربية .

٣- د . / أحمد أحمد محمد السيد(١٩٩٨)التخطيط الاقتصادي والزراعي للموارد المائية فى شبة جزيرة سيناء ، مؤتمر الزراعة المطرية فى جمهورية مصر العربية ، ٧ – ٩ مارس ١٩٩٨ .

٤- حسن عبود الخفاف ، د. م عبد المعطى (٢٠٠٠) . الصناعات الهندسية العربية – آفاق التكامل العربي فـــي ظل المستجدات العالمية – قطاع المعدات الزراعية – الاتحاد العربي للصناعات الهندسية .

٥- أ . د / صلاح الدين محمود الزغبي وأخرون (١٩٩٩) . المؤشرات الفنية والاقتصادية والاجتماعية لتنميـــة جنوب الوادي .(المجلد الثالث) – الدراسات البيئية الانتاج النباتي بجنوب الـــوادي . الجـــزء الأول – الأوضـــاع الراهنة .

٦- ا . د / صلاح الدين محمود الزغبي واخرون (١٩٩٩) . المؤشرات الفنية والاقتصادية والاجتماعية لتنمية جنوب مصر – المجلد السادس . المؤشرات الاقتصادية لاستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة فى جنوب مصر الجزء الأول – الأوضاع الراهنة .

٧- أ . د / عزمي محمود البري (٢٠٠٠) ، دور الهندسة الزراعية في تنمية وزراعـــة البيئـــة الصحراويـــة ، مؤتمر التوجهات المستقبلية للتنمية الزراعية وبرامج الشباب، ١٦-١٩ / ٥ / ٢٠٠٠

٨- د ./ محمد حماد سالم اقتصاديات الزراعات المطرية لشمال سيناء مؤتمر الزراعة المطرية فى جمهورية مصر العربية ، ٧ – ٩ مارس ١٩٩٨ .

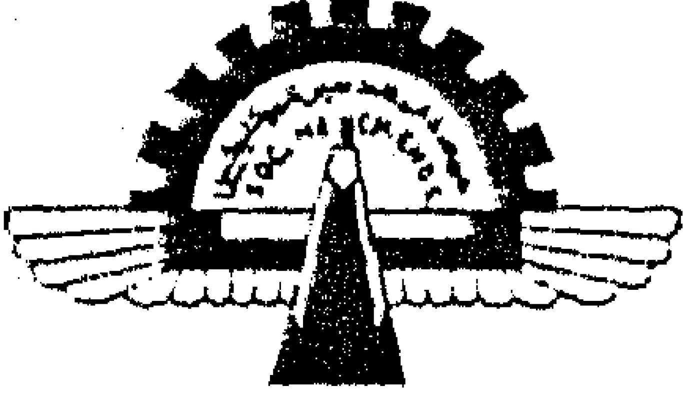
٩- د / عبد الصبور أحمد عبد الوهاب ، استخدام مياه الري في مصر بين الوقع والمأمول ، الصحيفة الزراعية ، يناير ١٩٩٨ ، المجلد ٥٣ ، الإدارة العامة للثقافة الزراعية .

١٠ – د/ محمد مصطفي قراعة(١٩٩٩) ، تقنيات المياه ودورها في تحقيق طموحات التوسع الزراعي في جنـــوب مصر ، المؤتمر السابع للاقتصاديين الزراعيين : التكنولوجيا والزراعة المصرية في القـــرن الواحـــد والعشـــرين للاقتصاد الزراعي.

١١-د/محمد أسامة محمد سالم (١٩٩٥) ، تطوير نظم الري الزراعي تحت ظروف الري المطـــري بالســـاحل الشمالي   الغربي – التقرير المرحلي ، مركز بحوث الصحراء بالاشتراك مع المشروع القومي للأبحاث الزراعية .

جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوچيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع

1/5

التكنولوچيا والابتكار

دكتور مهندس / بهاء زغلول

Technology and Innovation

by
Prof. Dr. Bahaa Zaghloul

Central Metallurgical Research and development Institute
(CMRDI)

It is quite known fact that the competitiveness of small and medium sized enterprises (SME's) is greatly dependant on research and development (R&D) capability and contribution. Moreover, the technological innovation plays a very important part on the process of the development of SME,S. The continuous interaction and cooperation between R&D institutions and industries are the main corner stones for the technological development in the industrialized countries.

It is therefore essential to increase the awareness of the strategic role of the technological innovation and to improve the link between the R&D institutions and the industrial companies.

In developed countries, not only large companies, but also small and medium sized enterprises (SME's) have become major players in international technology market. Many SME'S are now the home of innovation and have become the new builders on the job market. .

In many instances, SME's are assisted by R&D institutions by providing technical and business extension services, testing facilities, problem solving services as well as R&D assistance. It is clear that, irrespective of government policies, SME's cannot attain

their full potential without improvements in their ability to access, absorb, adapt and exploit new technologies and business techniques, this is the role of R & D institutions. However, they must provide services to SME's with the highest level of effectiveness and efficiency to best enhance SME's capability to innovate and ultimately to improve their competitiveness and sustainability.

This paper describes the picture emerging from the analysis of the situation of demand (from industries) and offer (by R&D Institutions) of technology in Egypt in general and the presentation will focus on some successful cases in the relationship between R&D institution and industries in metallurgical field.

The offer side (universities and R&D centres) :

- there is a general lack of motivation in universities and public research centres to improve their capacity to directly support the industry ;
- a culture of project management, particularly for what concerns technology transfer and applied research , is missing ;
- there is a low attitude to cooperative work , both among different institutions and inside the same institution.

The demand side (industries) :

- a general distrust in the public institutions (training and R&D institutes and centres) is diffused among the private companies;
- most of the entrepreneurs don't have a sound culture of innovation: they are mainly business men looking for short-terms returns and are not able to plan medium term development plans;
- the main driving force of Egyptian companies is the low production costs and their focus is on the local and national markets;
- very little control of the technological variables of production is held internally to the companies: import of turn-key equipments

and technologies is the most diffused approach to process innovation;
- moreover, the purchase of a new technology (i.e. equipment) is in many cases directly influenced by the interested guidance and advice of machine manufacturers agents , rather than by advice from technical or research institutes or technology centres;
- there is a very low capacity to design new products with a high technological content: industries in the electronics and other technological fields usually manufacture their products under a licensing agreement with a foreign company ;
- the network of service companies capable to offer to the manufacturing industries the right technical support in implementing process and product innovation projects, is weak and not well qualified.

All of these cultural and structural factors contribute to create an environment that not facilitates the cooperation between the potential technology and know-how providers (service companies, R&D institutions, universities) and the end users (the manufacturing industries) .

Filling the gap between the demand and the offer of new technologies and creating a positive environment for technological innovation are important objectives to pursue, in order to give Egyptian's industry a real chance to grow and compete globally.

This process involves:
- a re-focusing and re-qualification of the academic and research world R&D offer;
- a wide diffusion of a culture of innovation and management;
- the easy access to qualified sources of information and to technical and management constancy services;
- the presence of some public co-funding support, particularly for the Small and Medium Enterprises (SME's) .

The factors are there : Egyptian companies are willing to gain positions in the international markets and understand that many things have to be changed to succeed in this ; on the other side , Egypt has a very large and diffused network of universities, training

and research centres and can count on a vast availability of young and skilled people .

The Government is engaged in the effort of promoting the growth of the private sector and reforming the national economy , putting the base for a generalized improvement of the national production base.

What is missing is a catalyst, able to put the right ingredients in the system and make it work .

A main objective of the R&D organization in Egypt is to discuss about the best ways to create answers to the many issues of technological innovation in industry .

Futuristic Vision on Science and Technology Policy In Egypt

In order to support innovation activities in Egyptian industries, by strengthening R&D institutions though a long term plan , the government is taking special measurements to be inforced . The main forces for change for year 2010 agreed upon are :

1-increasing international integration or globalization

2-increasing application for information and communication technologies

3-improving systems for sustainable development for the environment

4-increasing developments in the application of biotechnology and genetic engineering

The most important technologies that will govern the 21st century are :

1-Information and communication technologies

2-Energy

3-Transportation

4-Micro-electronics

5-Genetic engineering and biotechnology

6-Suitable management control systems for the international economy

The 10 corner stones of the S&T policies Egypt to meet the 21st Century are :

1-Coping with the internal changes and the adaptation to the external ones

2-Scientific research is the determining factor for the development process, it has to be connected to the production and service sectors, shares in solving national problems and planning for the national projects

3-Continuous development to the management systems of scientific research and technology development in Egypt, as regards: planning, organization and monitoring and follow-up; reorganizing and restructuring the scientific research sector to suit the function allocated to it and achieve utmost efficiency and reward to the scientific research and technology development while setting objective parameters to evaluate performance .

4-Coordination and complete integration between research organizations inside and outside the universities and research organizations.

5-Introducing (Merging) scientific education into community education

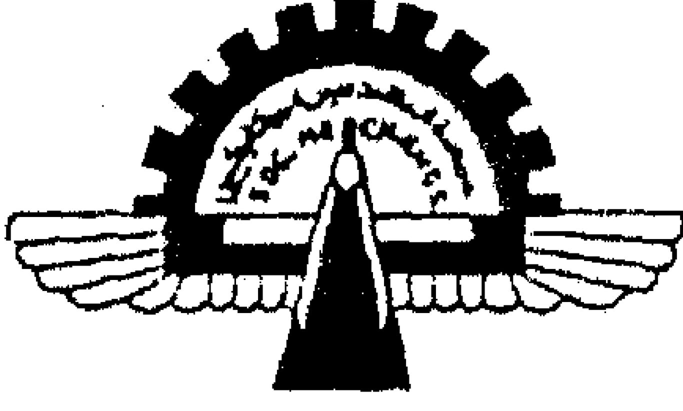
6-Technology transfer is not a goal by itself, but is a tool to achieve our national goals, after its adaptation and linking to our circumstances and needs in the vital field

7-Increasing the budget allocated for scientific research and technology development from the government and optimizing its use in practical and useful works taking into consideration that the scientific research budget is not the responsibility of the government alone, but also the private sector and business men should contribute

8-Opening avenues to the external world and making our scientific and cultural relations with other countries come into action and especially those with the centers of excellence.

9-Special attention is to be given to the human caliber as it is considered the main factor in scientific research and its development .

10- Up-dating the infrastructure of the scientific research organizations and continuously development their financial resources



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع

2/5

تقنيات الهند سة الميكا نيكية واستخدماتها فى المشروعات الصناعية الصغيرة فى مصر

دكتور مهندس / عبد المنعم عبد الفتاح

I. INTRODUCTION:

There is an increasing awareness in the international community of the important role and potential of small enterprises in fostering socioeconomic development in both urban and rural settings.

Small enterprises are dynamic entities. Some grow into large enterprises, some stabilize without changing the scale of operations, while others disappear. The success of these enterprises can be measured by their ability to survive and prosper. In their life cycle, technology is a very important but not an exclusive factor. Small enterprises are also affected by other factors such as the business environment, market factors, financing, available supporting services, and interaction with the social, economic, and ecological environment.

The meaning of a small enterprise varies from country to country but it is usually based on such criteria such as the number of employees, size of initial investment, and turn over rate. A clear definition may be useful in a particular national extent but it may not be practical attempt a universal definition. Accordingly, in what follows I did not attempt an explicit definition of small enterprises.

An enterprise of any size embodies a few basic functions that contribute to its short- and long-term prospects. One of them is technology. The technological function of an enterprise includes selection and sourcing, adaptation and absorption in the process of technology transfer, and development of technology through local innovation. Governments provide policy incentives for indigenous technological development, while regulating the nature and extent of technology transfer from abroad.

Very often, small enterprises can not afford to incorporate an explicit technological function. They could therefore benefit from links with research associations or cooperatives, and research institutes and engineering design organizations in specific sectors, universities, or other academic institutions, which could carry out research in support of such enterprises. In some cases ideas originating from some of these institutions might lead to the establishment of new enterprises. Government policies can facilitate inter-institutional transfers of knowledge and skills and also strengthen the role of technological function within enterprises.

The production function of an enterprise embodies the technology used by the enterprises. While technology transforms raw materials, energy and other inputs into products, quality control contributes to the competitive uses of such products. Government policies can have an impact on the supply of the various factor inputs needed for production and, at the same time, promote the adoption of quality-control measures to conform to adequate standards.

Despite the importance, production technology alone does not determine the level of productivity. Technology depends on the knowledge and skills of the human resources employed. The human resources function of an enterprise relates to many necessary skills in production, management, and marketing, which in the case of small enterprises are concentrated in a very small number of persons, including the entrepreneur. Entrpreneurship development is therefore essential for the success of any enterprise.

II: IDENTIFYING TECHNOLOGY OPPORTUNITIES AND STRATEGIES

Caught-up in the press of day-to-day business, managers are rarely able to focus on long-term strategies for improving productivity and overall performance of the enterprise. This is designed to help managers organize and focus their thinking in regard to developing long-term technology strategies which will contribute to the value of the enterprise. The key to this process is the ability to determine what the "gap" is, between the way operations are currently performed and how they might be performed differently in the future. It is critical that the manager be able to determine what the potential costs and benefits of those changes are.

Management in an enterprise generally goes through a four stage process in order to commit to a new technology strategy. This new technology strategy cycle proceeds from an informal planning process to a formal one:

1. Informal Idea/ Opportunity Identification

2. Informal Reconnaissance and Strategy Formulation

3. Formal Search and Negotiation

4. Feasibility Studies for Banks and Partners

In the first stage (1), Informal Idea/Opportunity Identification, a clear understanding of the needs of the enterprise must be developed. This "idea/concept phase" is critical in that it helps motivate the company to fully investigate and prepare for technology change. The second stage (2) which usually follows, involves an informal planning and reconnaissance process in which the business formulates a strategy and discovers what types of transactions and resources might be appropriate. This process requires development of a clear conceptual approach and a comprehensive plan, so that the company can gather appropriate information to test their basic idea without spending large amounts of money or managerial time.

The informal process is then followed by the third stage (3) which is a more formal search and linkage process, that begins to put together the basic resources and strategies developed in the second stage. This step will not take place if the informal process has not created a reasonable understanding of what could be developed, how it would be achieved and at what cost. In the fourth stage, these efforts ultimately lead to the development of formal plans and feasibility studies that are used to secure financing and other support. What is crucial to understand in this four step process is that the early and more informal stages serve as a screening process that determine whether the idea will continue through the development process, or will be rejected in those preliminary stages. Many good ideas just do not get developed because the enterprise lacks a simple method of organizing thinking and investigation. Thus, managers needs a guide to analyzing the organization's situation, quickly formulating practical strategies, and costing out the different options. This will not only help

clarify the "gap" between the company's present situation and future options but will provide the details necessary to manage the overall negotiation and installation of the new technology strategy.

This will deal with the first two stages comprising the informal portions of the process. It is during these first two stages that the organization is analyzed and compared with the direction that the environment is likely to take in the future. It is also the point in which strategies are formed to ensure that the organization remains competitive within the context of those environmental changes. By using the technology definitions and concepts covered , and adding certain planning and analysis concepts, a simple but effective technology diagnostic tool will be provided which can guide an executive through the major stages of analysis and strategy. This technology diagnostic guide can be used as a tool to help analysts, whether they are managers or consultants, begin to identify technology needs within the organization and determine solutions to fill those needs.

DEFINING INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS

(1). A technique critical to the overall technology strategy process is the "SWOT" analysis. SWOT stands for strengths, weaknesses, opportunities and threats. In a standard SWOT analysis, the first step is to gather information about the current situation of the organization, especially the obstacles that negatively affect the different business functions. This process involves reviewing the situation in both the external and internal environment of the organization. In addition, information must be collected about possible alternative strategies that could be implemented to fully utilize the strengths and overcome the weaknesses of the organization.

(2). Analysis of the internal environment focus on the strengths and weaknesses of each area of the organization. Usually the SWOT analysis would be accomplished by reviewing the basic management function of the organization such as marketing, production, and finance. A business diagnostic guide is needed to help the analyst organize the review and methodically identify the strengths and weaknesses of each business area individually, and to stimulate and develop appropriate strategies to accomplish the organizations goals.

(3). The external environment analysis focuses on opportunities and threats. The most effective way of analyzing the external environment is to perform an industry analysis. Michael Porter has created an industry model which allows for effective industry analysis. This model holds that industries are shaped by five forces; competitors, suppliers, buyers, threat of new entrants, and substitute products. This model will be discussed in greater detail later in this chapter.

A good business diagnostic will tell a company how to position itself in relation to each of these five forces. The positioning of the company, or the formation of specific strategies, is developed by carefully examining the strength and weaknesses of each function of the company.

These internal and external factors not only clarify needs, but also suggest various strategies to deal with these specific functions. At the end of the separate functional analysis, it is necessary to review the combination of items in the "SWOT" review and present them collectively in regard to the overall goals, needs and opportunities of the organization as a whole.

Constraints

Whenever an organization forms objectives and goals, there are both internal and external barriers which interfere with achieving those goals or objectives. These are called constraints and could include such things as insufficient capital, lack of sufficiently trained personnel, or lack of a key technology. If a company wanted to increase its market share, but lacked additional manufacturing capacity, that would constitute a constraint. Strategies must be formed to deal with constraints. For example, the company might build more capacity or contract out the manufacturing to other companies with excess capacity. Thus, dealing with constraints is critical when forming strategies to deal with factors uncovered in the SWOT analysis.

THE BASIC PROCESS <u>OF TECHNOLOGY PLANNING</u>

The general process of decision making for technology change contains three major stages:

1. Analyze the present situation of the company.

2. Compare the present situation with likely changes in the internal and external environments.

3. Develop strategies that bridge the gap between where the company is presently and where it needs to be based upon the expected future environment.

First, the present situation of the company must be analyzed. This means that someone must review the company operations and determine the present key factors internal to the company and external to it. The simple process of examining each function will allow an individual to build a systematic analysis of the strengths and weaknesses (internal factors) and the opportunities and threats (external factors). When combined and reviewed, these factors present a picture of the present situation of the firm.

The second stage of the analysis is to compare the present situation with the best projection of how the external and internal environment will change in the future, based upon forces outside the company's control. Such an analysis requires a long-term view of a number of different issues. Assumptions must be made about how the technology in the particular industry will change, how competition and the market will evolve, projected changes in the physical and technical infrastructure, and also how government activities may affect the industry.

The third stage is to develop strategies that can deal with both the existing situation of the firm and the expected future. Again, if an analysis is performed on a function by function basis, a variety of strategies can be developed to fit the conditions of each function. One of the most common errors in developing technology planning and analysis is to start with the general company characteristics. Without starting with function by function review, it is easy to overlook issues that will only arise when the focus is on marketing, production, or other functions as separate functions. If each function is clearly analyzed, strategies can be created to address major strengths and weaknesses of each in the context of the organization as a whole. The analysis, therefore, starts at the bottom (the individual functions) and moves upward, not from the top down.

That is, functional strategies can be combined to develop an overall set of strategies for the firm, which will lead to major long-term improvement. Naturally, these strategies will bring into question the different functional goals, the overall company goals and possibly, even, the fundamental mission of the organization.

Without a clear picture of the present situation, expected future conditions, and the associated strategic options, a manager cannot know what the company needs and the value of the strategic options available and that is essential to making good decisions regarding technology policy and negotiating effective technology agreements.

Approaching the Analysis

There is no "best way" to approach the analysis of an organization for technology change nor to plan for good management. However, there are some generally accepted strategies in any technology change analysis. These are used by most successful business managers and consultants in evaluating technology transfer strategies:

1. "What is the value of change?" Good analysts know how to identify needs in different parts of the business and find appropriate strategies to meet these needs. Especially important, is the ability to assign specific costs and benefits to each alternative technology change strategy.

2. "Keeping a view of the whole picture." Good analysts know that problems and opportunities in one area of the business affect other areas, often in ways that are hard to detect. Therefore, managing technology change requires an awareness of the interrelationship between different parts of the company, as well as the relationship between the company and its outside environment.

3. "Finding resources is the key." Good analysts know how to find the resources they need and how to get them into their firm at the right time and at the right cost.

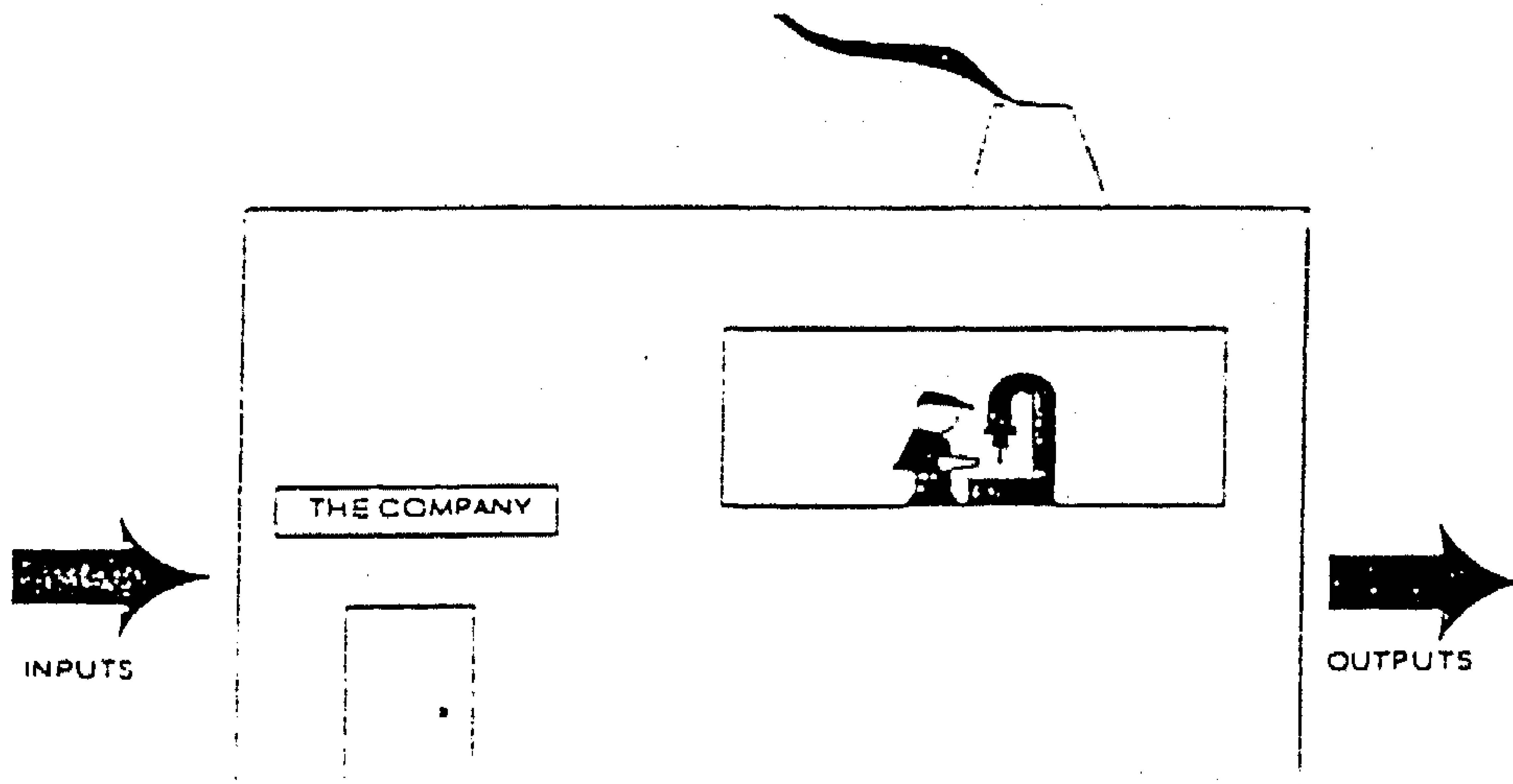
An effective technology diagnostic guide should help the business manager or consultant think through all the issues that should be considered in any review of an organization. Most experts agree with the above statements regarding key factors in

technology analysis. Most agree that the place to start analyzing is with the existing situation, including the internal aspects of the business organization and the external environment that affects the firm, especially the market factors.

Experts also agree that it is important to focus on what types of constraints affect the improvement of the technology situation within a firm. In addition, developing different strategies or action plans should not only clearly define how a goal would be achieved, but also show how the strategy or plan will cope with specific internal and external constraints.

To build productivity through technology improvement, a manager or consultant must be able to find opportunities and threats to the organization by looking at the business from many different perspectives:

- as a system of technologies both hard and soft that transforms inputs;
- as a flow of work from where value is added at many different stages;
- as an organization of people applying soft and hard technologies;
- as a group of interrelated functions such as marketing, production and finance.



The Business Organization as a System That Transfers Inputs Through the Application of Technologies by People

As discussed earlier, one approach to analyzing a firm and identifying its needs is to consider the business as a combination of hard and soft technologies. It is relatively simple for staff to visualize hard technology as equipment, products and the overall physical plant. It is inherently more difficult to imagine the soft technologies of a firm, which are the management technologies such as the marketing, finance, and production systems, that are required to utilize the hard technologies. The technology analysis should focus on what the business wants to change and who will supply the necessary resources for change, such as information, equipment, and training.

The General Diagnostic and Strategy Steps

The above three stages of technology strategy development can be broken down into five specific steps which the manager must go through in order to perform the required analysis and make the necessary judgments:

1. Evaluate the company situation (internal and external) function by function.

2. Estimate key changes in the future that will change the internal and external factors of each function.

3. Develop relevant strategies for each function, considering present and future expectations.

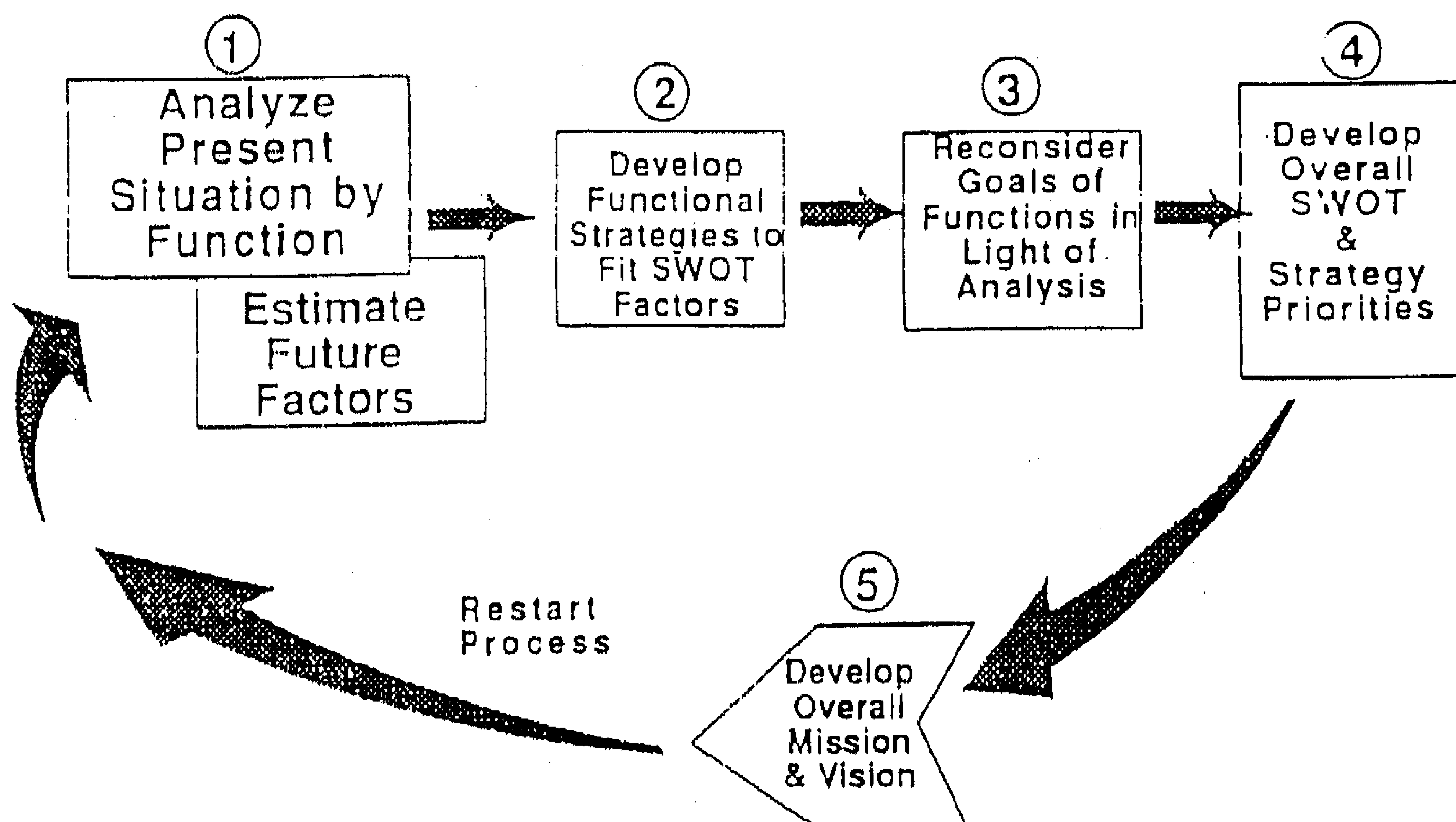
4. Combine and prioritize the internal and external factors (strengths and weaknesses, threats and opportunities) for the overall company.

5. Combine and prioritize strategies in light of the overall company analysis.

6. Reconsider the overall mission and vision statements and their focus for the company, given the developed situation analysis and strategy development. Does management need to change or adapt these central guides?

These steps below illustrate the basic planning process described in a variety of texts, and used in some similar format by virtually all business planners.

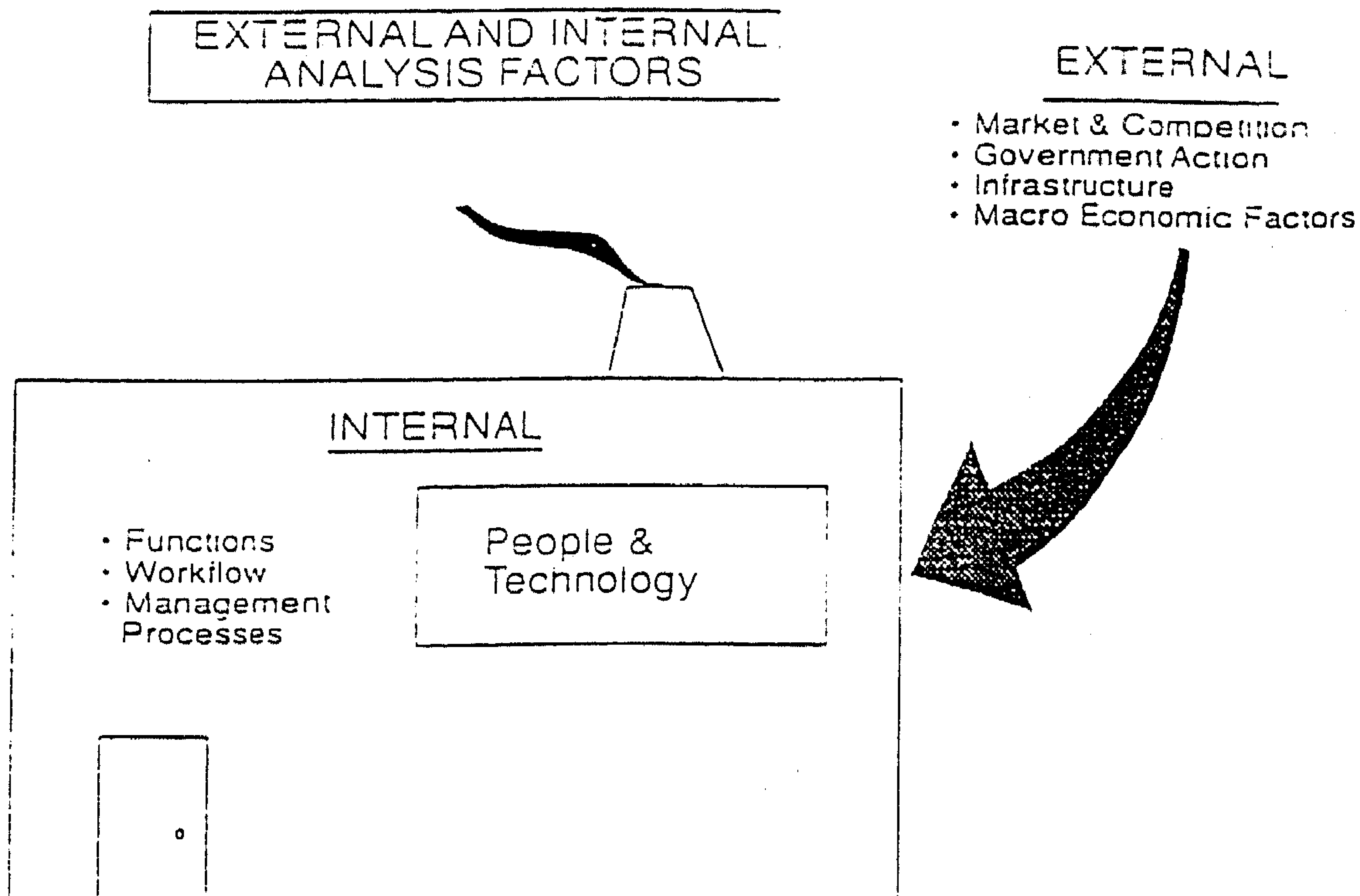
BASIC CYCLE OF TECHNOLOGY PLANNING ANALYSIS



HOW TO START THE ANALYSIS OF THE BUSINESS

Every analyst has a formal or informal process by which he or she begins assembling information about the business being reviewed and the technology needed. In this review, the analyst will determine which aspects of the organization are working well, which are not, and what can be done about the strengths and weaknesses found, in order to help the business achieve its goals, and improve or expand its available technology.

Any business organization is basically a system of inputs, transforming activities and outputs. The dress manufacturer has inputs of cloth, buttons and thread. It transforms these materials by cutting the fabric, sewing the garments and pressing them before shipping the output (finished dresses) to their customers. The success of the operating system depends on how the company's basic internal activities are managed and how those activities fit into the external environment. The analysis can be started from this fundamental understanding of the firm.



The Basic Internal Analysis

Usually the analysis will start with an internal focus. Three basic approaches can be used to compile an extensive analysis of the data, which is summarized as the SWOT issues. The internal analysis provides the strengths and weakness for the SWOT issues. The analysis should view the company through a focus on the different functions, the work flow and the processes of management.

Examining Different Functions

Michael Porter's value chain is a useful tool for examining the functions performed by an organization. This provides a fairly general overview of how the organization operates and is extremely useful in presenting the "big picture". Under this approach, the manager needs to categorize the functions that the organization performs and arrange them into a value chain.

Reviewing Work Flow

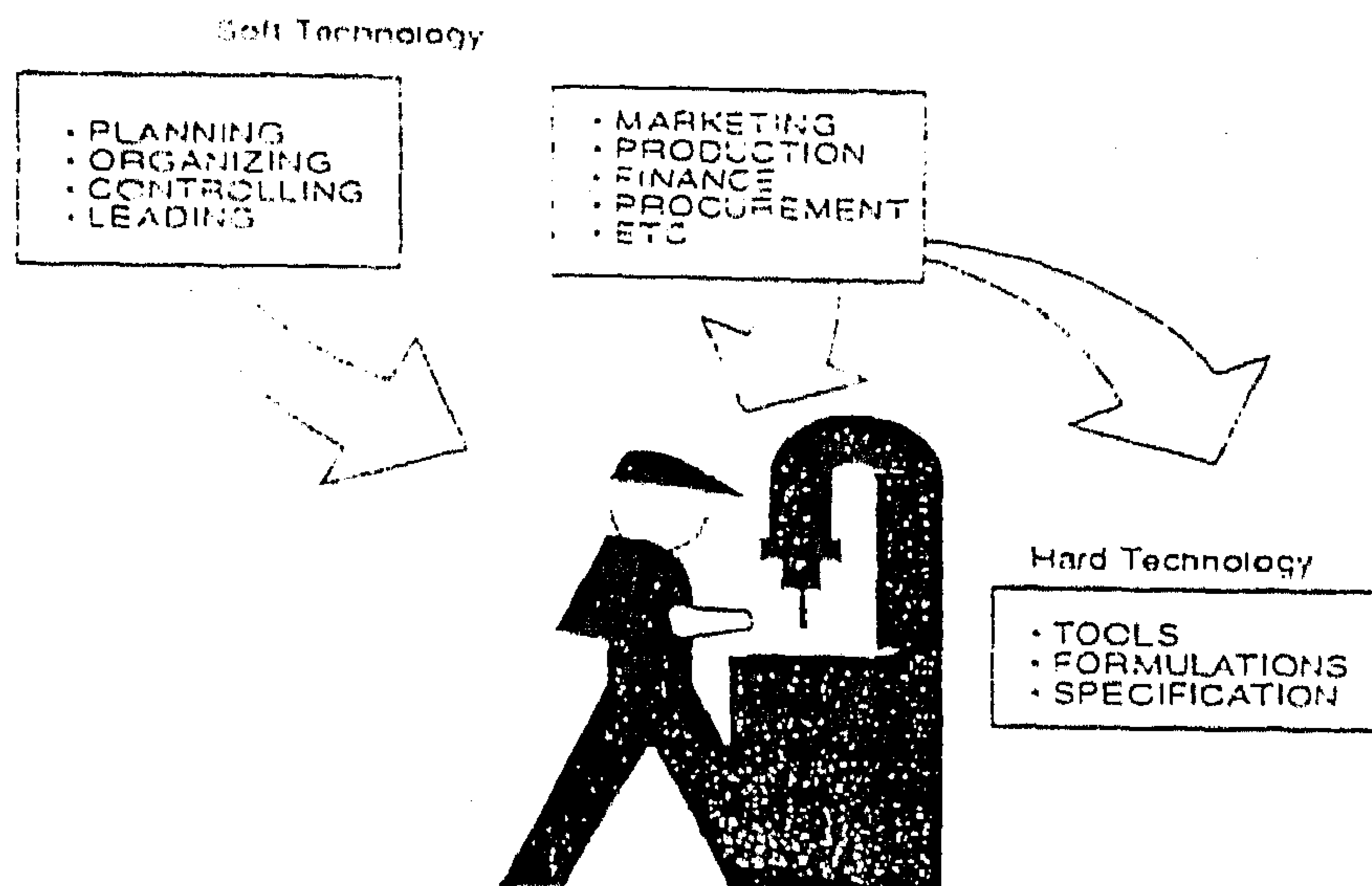
A second approach to viewing the company and looking for the key issues and possible strategies, is to examine the work flow. This approach follows the inputs through the primary processing and manufacturing and examines how hard and soft technology systems come together at each key task area. Based upon appropriate information, the analysis should reveal the basic standards of excellence for each task area and each functional team. Checking these standards against present performance is another way of using the basic work flow, and possibly the organization chart, to systematically review the overall company. The advantage of this approach is that it presents a much more detailed picture of how the company performs operations.

The Role of Management Processes

The third method of analysis is to review the role that the management process plays in the operations of the company. Each worker or technician operates within a context of the management process. They are given goals and standards to work by, and they receive routine review through different control systems. Sometimes the worker is reviewed at his job site, but normally, periodic reports are produced to report their results and show how their activities affect the budget and standard plan for that day, week or month. All of this takes place within a particular organization of the work team or group which fits into an overall organization pattern. Of course, employees are also directly affected by their pay, benefits, incentives and other forms of reward that are provided.

In short, every individual or team in the work flow or in a supporting function is affected by the management processes (planning, organizing, controlling, leading). The strengths and weaknesses within each functional group are a result of both the skills brought to applying the hard technology as well as the effectiveness of the soft technologies in helping the individual understand the goals, standards and organization relationship they occupy. In addition, the other functional departments (marketing, finance) provide a variety of guides and information that constantly change the task of the group or individual. Marketing may change product and packaging and the finance department may help create a new type of cost accounting that will help guide routine production controls. All of these "soft" technologies affect the individual and collective tasks across the company. The analysis can simply review each key function or task area and then ask how the soft and hard technologies come together to produce an effective result.

HUMAN TECHNOLOGY INTERFACE



<u>The Basic External Analysis</u>

The external analysis provides the opportunities and threats for the SWOT issues. The business organization is affected by its external environment, especially in terms of market forces, and particularly direct competition. The company must also deal with government actions, especially in those areas of direct regulation, taxation, and permits. In addition, the firm must do business relying on the support the infrastructure provides. The physical infrastructure (roads, communication, power) defines the physical context in which the company operates, while the technical infrastructure (training centers, standards bureaus, laboratories) describes those supporting organizations that exist to help the business carry out certain tasks that it cannot do internally. A step-by-step discussion of each of these issues allows management to examine, not only the present factors affecting the company, but how these factors might change over the near- and long-term future.

Industry Analysis

The external environment never affects a specific company without affecting the entire industry within which it competes. Thus, it becomes critical for a manager to understand the market forces which are influencing and shaping the industry as a whole. One of the most widely used models for examining market forces is Michael Porter's "Five Forces Model." This model holds that an industry is shaped by five forces which are in constant flux. The five forces include Rivalry, Power of Buyers, Power of Suppliers, Threat of New Entrants, and Substitute Products.

1. Rivalry: This is the degree of competition among the companies in the industry. Where the competitors are numerous and evenly matched, competition tends to be intense, but where they are few or unevenly matched, competition may be weak.

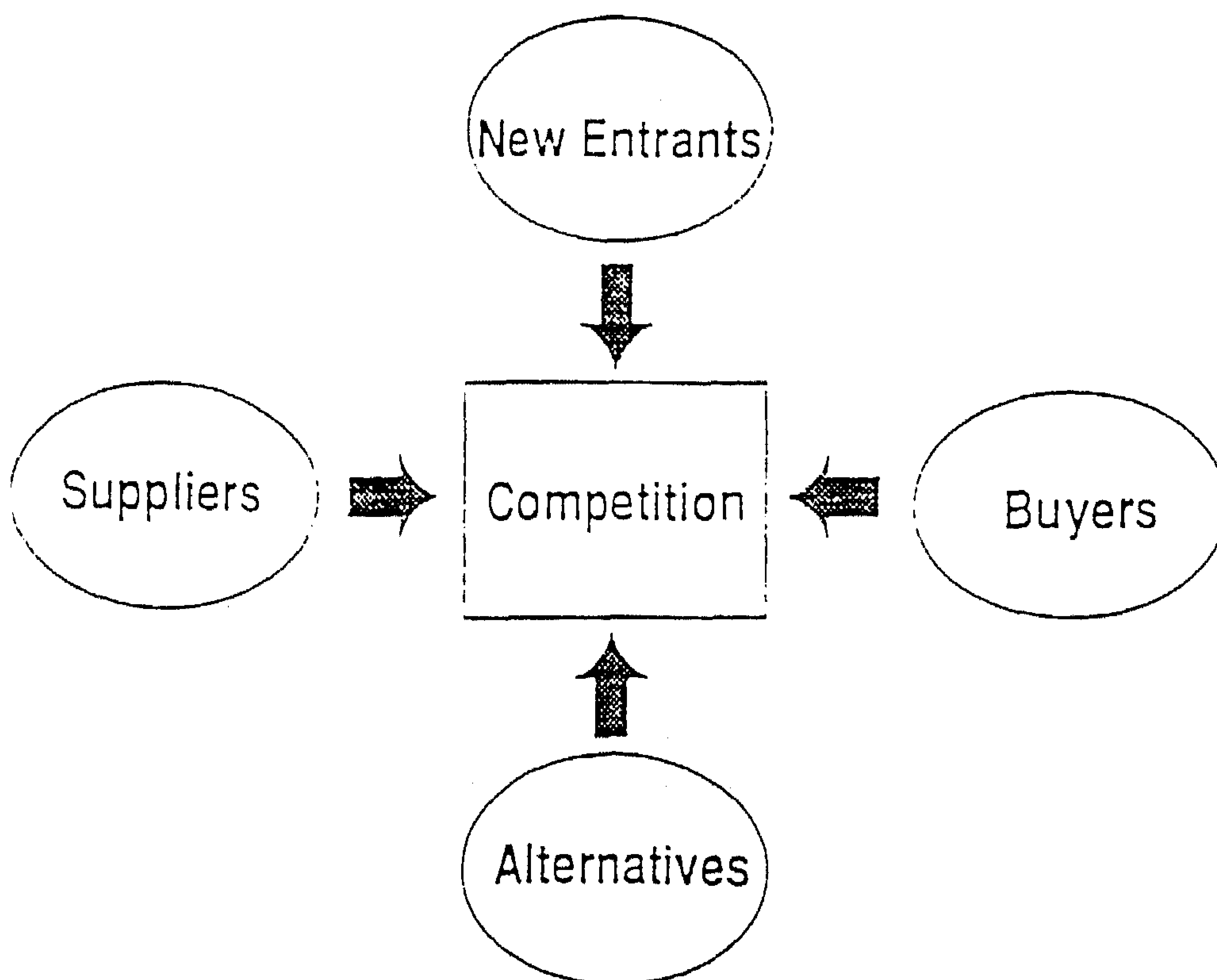
2. Power of Buyers: This examines the degree of bargaining leverage a buyer has over the companies within the industry. Where there are many buyers, they may have little bargaining leverage, but where there are a few large buyers, they may have a great deal of bargaining leverage.

3. Power of Suppliers: Conversely, this examines the degree of bargaining leverage suppliers to the companies within the industry have over them. Similarly, where there are many suppliers of a commodity component, they will tend to have little bargaining leverage, but where there are few large suppliers of a unique product, they will tend to have a much higher degree of bargaining leverage.

4. Threat of New Entrants: This examines the possibility that a company not presently in the industry may decide to enter it. For instance, a manufacturer of electronic components that other companies use to make radios, may decide to go into manufacturing finished radios.

5. Threat of Substitute Products: This examines the possibility that a new product may become available which satisfies the same need as the product manufactured by the industry. For example, personal computers have almost entirely displaced typewriters in production of written documents.

PORTER'S "FIVE FORCE" MODEL



By examining the forces that are affecting the industry, it can be determined not only how the industry is currently being shaped by them, but also may be used to deduce trends in the industry which will be a critical factor in the second step of the technology strategy analysis. An example of how this model can be used will be reviewed later in this chapter.

The Government

Governments have an important influence on the way business is conducted by every company. Some of the more obvious ways government can influence business is through direct regulation, such as product and safety standards, labeling, labor standards, and import and export regulation. Government also influences company behavior through financial measures such as taxes and subsidies which include tax incentives, training assistance, access to low interest loans, and a variety of other programs to assist companies to compete more effectively. Certainly, governments play an aggressive role in both constraining and encouraging technology change in companies.

The Physical and Technical Infrastructure

A major element that affects company planning is the limitations placed on it by the physical infrastructure. Ports, roads and other aspects of transportation dramatically affect a company's ability to source inputs and get products and services to customers. The availability of water, steam and power also shape plans for what type of technology would be most useful. Less visible but equally important is the technical infrastructure. Business organizations can greatly benefit from the availability of laboratories that help test new processes, training centers that can help develop human resources, and the information and research support from universities and associations. A surprising amount of productivity improvement results from a company's ability to use the local assistance that can be accessed through consultants, suppliers and chambers of commerce.

The Macroeconomics Environment

The geography, climate and social economic factors of the environment create the basic environment in which the company must operate. Examples of some of the major factors that must be considered include costs of labor, financing costs, exchange rate fluctuations, and inflation. In addition, the basic political environment and the stability of government and local institutions are vital to the success of the company.

Culture

Culture is defined by Franklin Root as the unique "lifestyle of a given human society: a distinctive way of thinking, perceiving, feeling, believing, and behaving that is passed on from one generation to another" (Root, 225). Different kinds of social factors affect how the community will respond to products and business services. Social factors also influence the way regulations are developed and implemented by government. Evaluating cultural factors is extremely complicated, yet all technology strategies must take into account what kind of cultural variables may affect the choice of the appropriate technology and its installation.

Technology

The enterprise seeking to make technology improvements must obviously be aware of the external environment in terms of what technology changes are taking place in the industry and in related industries. In general, the firm should think of those long term technology changes that will result from incremental scientific advances or research breakthroughs, that will radically change the overall industry and its products. The more immediate technology issues that should be examined are those that are normally associated with process or product modifications. These are improvements or changes that relate to existing procedures, products, or techniques, and which normally are visible through the standard industry information channels that include consultants, trade shows, and industry specific publications.

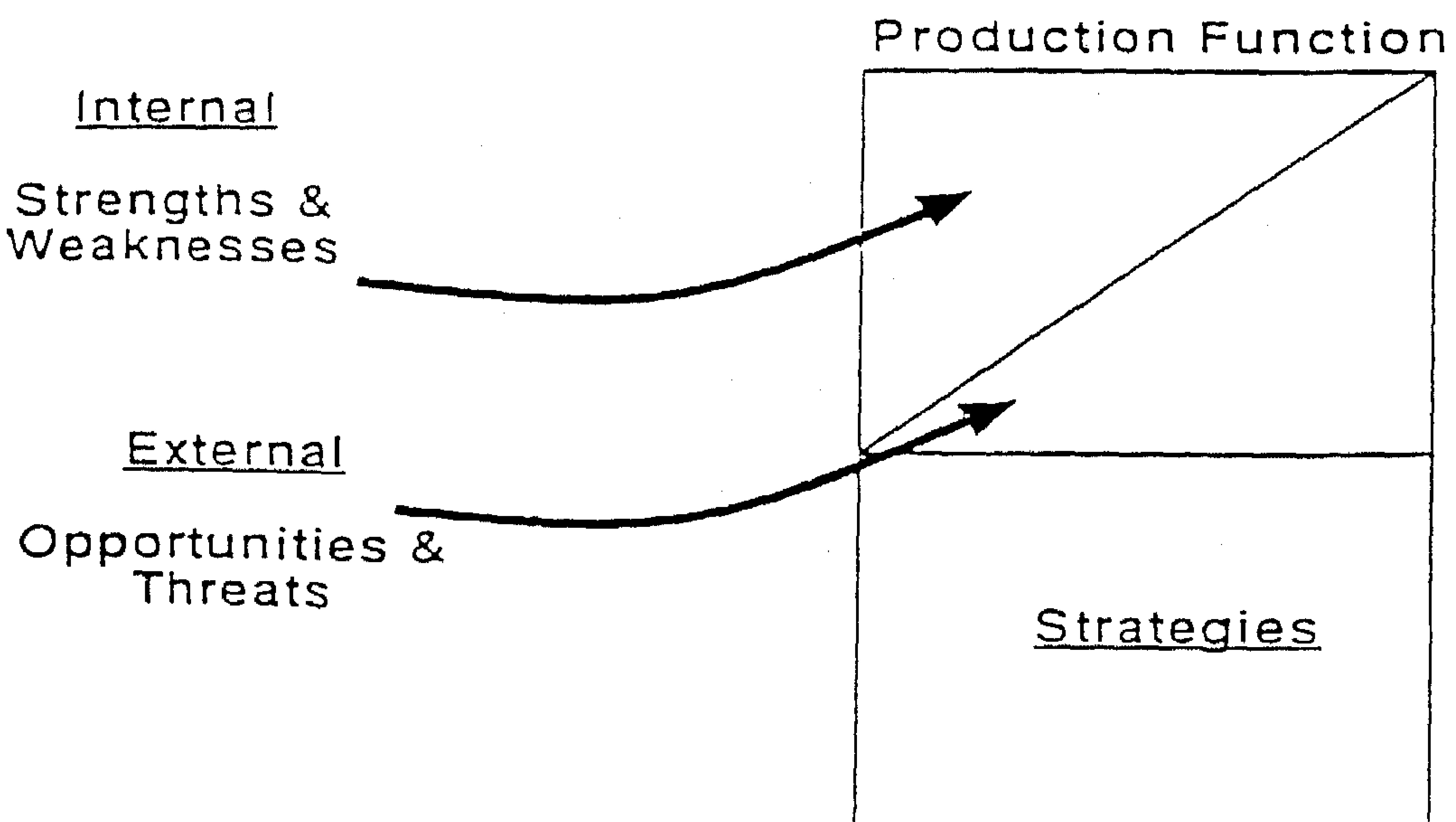
Organizing Overall Company SWOT Summary

The basic situation of the firm is defined as strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT). The data on the basic information should be organized in a manner that allows the analyst to review the particular functional situation in terms of the goals for that function. Later, the analyst will focus on brainstorming strategies that must deal with the situation, relieve constraints and help each functional area achieve its goals. The analyst might also call into question the stated goals, lead to changes in them or even changes in the overall goals and mission of the company. The key functional areas should include the inbound logistics (suppliers), staff resources (personnel, R&D, finance), production, marketing and outbound logistics (buyers). The following chart summarizes how the individual functions would be analyzed in regard to its situation (SWOT), and then matches strategies to each function. At the end of the function by function analysis, we need to summarize the key SWOT factors for the entire firm and view these in relation to the goals of the company.

	INBOUND LOGISTICS	STAFF RESOURCES R&D FIN PERS.	PRODUCTION	MARKETING	OUTBOUND LOGISTICS	OVERALL COMPANY VIEW
						GOALS
SITUATION (STRENGTHS & WEAKNESSES)						S/W
SITUATION (OPPORTUNITIES & THREATS)						O/T
STRATEGIES						STRATEGIES

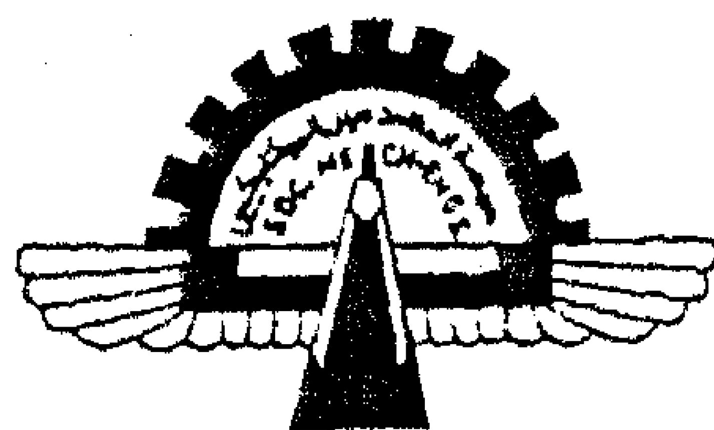
The matrix is an overall summary of what analysis steps must be completed before bringing together all the observations for a coordinated summary of the overall SWOT factors as well as key strategies for the company as a whole. The analysis then begins by working through each function and asking what are the factors (internally and externally) that affect and describe the present situation of that function. These SWOT factors are cataloged as strengths, weaknesses, opportunities and threats for each function. Then, for each function, the SWOT analysis should suggest several strategies that would address the situation and help the company achieve the goal of that function. However, the strategy exercise may cause the analyst to change the goals as a result of what has been uncovered in the functional analysis to that point.

For example, in the earlier garment case, the basic analysis of the production function showed a need for a new control system and suggested a strategy to hire a consulting firm. It was estimated that the value of installing successfully a new control system would be $360,000 of cost savings.



Once the overall set of functions have been analyzed and defined in relation to the SWOT details, the manager must then pull together an overall summary of these issues in regard to the whole company. At this stage of the analysis, the different strategies and issues for different functions may be in conflict or several strategies may exist that can deal with factors in a group of functional departments. At the end of this process, the analysis will have started at the functional level and moved up to a consolidated set of SWOT factors for the whole company, a corresponding set of strategies, and possibly, modified goals. In short, this is a process that begins at the situation analysis for each function and then moves to a process of "back and forth" review that brings goals, situation and strategies into some type of harmony. In the end, this process may ultimately even call into question the basic mission of the company. Thus, the diagnostic and planning process is a continuing one that returns the management to the original goals and mission and starts the overall planning steps again.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع

3/5

دراسة معملية للهب الغازية المنبعثة من حارق ذو مداخل هواء متعددة

مهندس / حسن صادق محمد هيكل

AN EXPERIMENTAL STUDY OF GASEOUS FLAMES ISSUING FROM AN AIR – STAGED BURNER

H . S. MOHAMED * M. A. NOSIER ** and S . A . SOLIMAN*

ABSTRACT

This paper describes the study carried out to investigate the problem of NO_x formation during turbulent diffusion combustion , using a new combustor design . This combustor is claimed to be capable of reducing the noxious emissions such as fuel bound and thermal nitrogen oxide products [1] . It may be employed in different ranges of equivalence ratio , fuel flow rate and combustor applications including , heating of large water boiler products , burning of paper and developing of high pressure gasses used in the generation of turbine power . The present work is devoted to extensive study on this combustor. Based on the basic features of the combustor described in the original patent [1] , a combustor is designed , manufactured and assembled with the necessary auxiliaries in the mechanical power labs . of Ain Shams university .

In the present study an experimental investigation is conducted on the exit temperature , carbon dioxide and nitrogen oxides issuing from an air- staged combustor . The fuel is the commercial butane . The problem parameters investigated are the mass ratio (m_l / m_t) , the fuel flow rate (m_f) and the equivalence ratio (ϕ) . It is found that the exit temperature increases as the equivalence ratio (ϕ) approaches stoichiometric . The NO_x concentration decreases by decreasing the mass ratio (i . e. by increasing the degree of air staging) This is linked with an increase in the local equivalence ratio above unity and the consequent drop in the temperature of this zone carbon dioxide concentrations were also correlated to the high temperature .

---

* ATOMIC ENERGY AUTHORITY HOT LABORATORY CENTER . P.O- 13759 ABO-ZABAL

** DEPARTMENT OF MECHANICAL POWER ENGINEERING FACTULTY OF ENGINEERING AT AIN SHAMS UNIVERSITY CAIRO . EGYPT

Introduction

NO_x and gaseous emission are important air pollutants formed during combustion process . Their role in the formation of photochemical smog is well established . They also contribute to the formation of acid rain . Removal of NO_x and the detrimental gaseous from flue gases are difficult and expensive . Combustion modifications to reduce potential emissions by about 50 % are standard practice in the U.S. [2] . In japan and Europe flue gas treatment techniques such as selective catalytic reduction (SCR) , which can achieve emissions reductions of 90 % are widely used . One of the most famous methods that belongs to the class of combustion modifications for reduucing NOx emission is that well known as " staged – air combustion „ [2]

A new combustor is claimed to be capable of reducing the noxious emissions such as fuel bound thermal nitrogen oxide products [2] . This combuster is based on the principle of staging the combustion air. Such combustor relates generally to gas turbine combustors and more particularly , to two – stage combustors capable of developing separate fuel rich and fuel lean zones for improved combustion and for minimizing nitrogen oxide (NO_x) products . The combustion in this combustor may be divided at least into two stages , a primary stage and a secondary stage . In the primary stage , partial combustion is carried out for higher fuel – air equivalence ratio than that of usual non – staged combustion . After the partial combustion , secondary air is supplied to the secondary combustion chamber . Primary and a secondary swirling air are introduced through tangential tubes to the combustor .

The main purpose of the present study is to test proposed combustor design . This has been achieved through the design and construction of a combustor , which resembles the proposed combustor in the main features . The performance of this combustor is made, focussing on investigating how NO_x emission levels are affected by the operating conditions of the combustor .

Experimental Work

The Low NO_x Combustor .

The main element of the test rig of the persent work is the combustor . This combustor is designed , manufactured , assembled and mounted in the mechanical power laboratory of the faculty

of engineering , Ain Shams University . Although it differs from that of the American patent [1], fig .1, in general shape and construction , still maintains the basic airodynamic features of it .
In this combustor , fuel is injected along that axis of the combustion chamber . swirling – primary combustion air is injected separately . The primary air keeps on swirling around the fuel tube , and mixes with the fuel jet when it exceeds the tube end and fuel nozzle . Swirling secondary air is then admitted through tangential ports , located in a plane which is perpendicular to the main flow direction .

The Main Combustor Components

As can be seen from fig. (2) , the combustor consists of the following main components :

- Gaseous fuel line .
- À stag of swirling primary air .
- A stage of combustion chamber .
- A stage of compressed air chamber .
- A stage of swirling secondary air supply .
- A stage of swirling ternary air supply (not tested in the present work)
- A stage of exhaust gaseous .

Referring to fig (2) , the combustor comprises seven pipes of progressively lager diameter . These pipes may be mounted in a conventional manner (not shown) , the overlapping , substantially concentric alignment of the pipes defines a central passage and annular passages extending longitudinaly between the corresponding pipe walls . Each of the central and annular passages respectively defines a central intake opening and annular intake opening formed at one of the pipes .

Annular divergent nozzles are respectively positioned within the outlet opening of the pipes along the inner end of the inner pipes .These nozzles serve to from gaseous envelops including toroidal vortices . All of the above concentric pipes , for the combustor are used as following :

Test Rig Operation Procedure

The following procedure is carried out : -

1. The total air flow rate is estimated and adjust to suit the fuel flow rate and the equivalence ratio under consideration .

2. The relative distribution of the primary and secondary combustion air are estimated and adjust by means of the relevant valves and monitored by corresponding instrumentation as required .
3. Temperature , carbon dioxide and NO_x emission are measured at the combustor exit . The latter two have been measured by means of a sampling probe that was connected to the CO_2 and NO_x analyzers .

4- In selected experimental runs , temperature was measured not only at exit, but also along the combustor axis .

Results and Discussion

The results of the experimental work and their discussion are presented in this research . Series of experiments were conducted to measure the temperature, CO_2 and NOx emissions with different values of fuel flow rate (m_f= 1.2 kg / hr , 1.6 kg / hr , 2 kg / hr , 2.5 kg / hr , 3 kg) , and with different values of equivalence ratio (ϕ = 0.62, 0.71,0.83) for different values of primary air to total air (ml / m_{tot}) . Also , the temperature distribution along the combustor axis was measured for different fuel flow rates and equivalence ratios .

The temperature was measured by chromel –Alumal thermocouples, CO_2 concentration was measured by infrared analyzer. NOx emissions were measured by cheilumiescent analyzer.The effect of air mass ratio on the temperature distribution along the primary combustion zone was studied .

Effect of The Experimental Variables on Gas Properties at Exit

Effect of Air Mass Ratio (m1 / m_{tot}) on The Temperature, CO_2 and NO_x Emissions at Combustor Exit .

The temperature, NOx and CO_2 variation with air mass ratio (ml / m_{tot}) is shown in figures (3.1-3.3). Such variation , in general , follows the same pattern in all figures .The temperature increase with increase in (ml / mt) until it reaches a peak value ; afterwards the temperature drops . The value of (ml / mt) at which the peak temperature occurs varies with changes in fuel flow rate or in overall equivalence ratio . It is worth – mentioning that for fixed fuel flow rate the mixture in the primary zone becomes stoichiometric when the following relations are satisfied :

$\phi p = \phi st$ when (ml / mt) = ϕ overall , such condition is illustrated by drawing dashed lines at the right hand side of each figure , refer for example to fig (3.1) . Increasing the temperature with increasing the mass ratio (ml / m_{tot}) occurs due to the approach of the local equivalence ratio (ϕ_{local}) in the primary zone to the stoichiometric value . Also , decreasing the temperature after this value is due to the increase in the primary air concentration (dilution effect) .

Figures (3 .1-3.2) are plotted for fuel flow rate 3 kg / hr and equivalence ratio 0.83 , 0.71,0.62 respectively . The temperature increases in these figures by increasing the mass ratio until a peak value at (0.40) after this peak the temperature decreases by increasing the mass ratio ml / m_{tot}. It is worth noting that the local equivalence ratio (ϕ_{local}) achieves its stoichiometric value at ml / m_{tot} = 0.83 , 0,71 ,0.62 respectively , as shown in the figures by the vertical dotted line at the far most right side .

Effects of overall Equivalence ratio on temperature, CO_2 and NO_x emissions at Combustor Exit

The temperature variations with equivalence ratio are shown in figures (4 - 5) .Temperature increase as the equivalence ratio increase from 0.62 to .083 . The temperature should have the maximum value around stoichiometeric equivalence ratio , as expected , although not tested in the present work .

Carbon dioxide (CO_2) increase with increasing the temperature . This ensures that all CO converts to CO_2 around stoichimeteric value of equivalence ratio . Also , the same figures show that the NO_x emissions , which depend on the temperature , have the maximum value when approaching the stoichiometeric equivalence ratio . This ensures that the thermal mechanism of NO_x formation is dominant , and the NO_x increase exponentially with flame temperature .

Effects of Fuel flow Rate on NO_x Emissions at Combustor Exit

Figure (6) show the effect of the fuel flow rate on NO_x emissions at different equivalence ratio . They show that for à fixed equivalence ratio lowering the flow rate resulted in à decrease of NO_x emissions. This may be due to the decrease of air rate necessary for combustion operation and consequently the decrease of turbulent flow and reaction rates which lead to less temperature all this process lead to à decrease of NO_x emissions .

Effects of Staging on Temperature, CO_2 and NO_x Emission at Combustor Exit.

Figures (7 - 10) show the Effect of staging with ml / mt = 0.40 and unstaging on temperature , CO_2 and NO_x emissions at combustor exit . These figures show that :

1 -The temperature and CO_2 concentration at exit in the staged case is more than at the unstaged case. This is because in the former case the equivalence ratio in the primary zone gets closer to stoichiometric value .

2 -The NO_x emissions in the staged combustion are less than the unstaged combustion . This may be attributed to the increase in oxygen availability in the primary zone , which enhances the oxidiation of nitrogen existing in the combustion air and in the fuel .

Conclusions

The main conclusions that can be extracted from the present work are summarized below .

1. The NO_x concentration at combustor Exit can be reduced by the following measures :

   (à) Using staged combustion rather than the conventional unstaged one (184 ppm to 51 ppm) .

   (b) Reducing the heat input (i.e by reducing the thermal load from 3kg / hr to 1.2 kg / hr : 262 ppm to 51 ppm)

   (c) Using overall lean fuel / air mixture (i.e low overall equivalence ratio : ϕ = 0.62) .

   (d) Reducing the value of m_I / m_{tot} (i.e increasing the degree of staging) , for the range of low equivalence ratio ($\phi < 1.0$) that has been considered during the present work .

2. The primary zone mixture ratio plays an important role . High equivalence ratio in this zone $\phi_{loca} > 1$) , which can be obtained by increasing the degree of staging , through reduction in the ratio m1 / mt , results in significant reductions in.exit temperature , carbon dioxide (4% volume) and Exit NO_x concentrations (51 ppm)

3. The primary equivalence ratio the overall one plays asignificant role . Areduction in the value of this overall equivalence ratio (ϕ = 0.83 to 0.62) causes à decrease in exit temperature (1100 C to 800 C) and CO_2 concentrations (10% volume to 8.5 % volume) in addition to the above mentioned reduction in NO_x concentration (285 ppm to 220 ppm) .

4. The fact concluded that the dominant mechanism of NO_x formation in the present work is the thermal one . This is obvious from the correlation between the temperature between the temperature and NO_x concentration values .

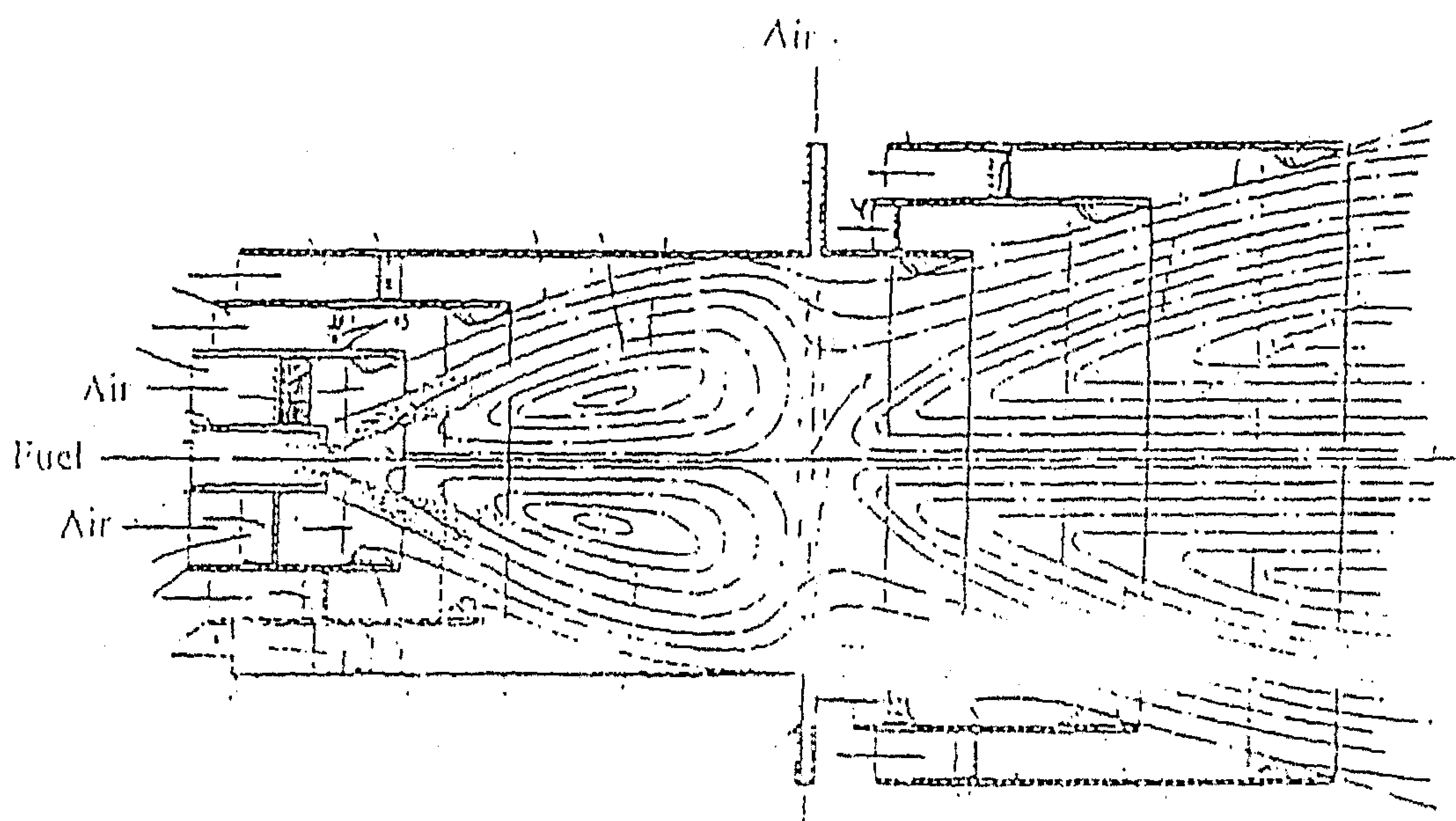


Figure (1) : Low NO_x rich-lean combustor especially useful in gas turbines [1].

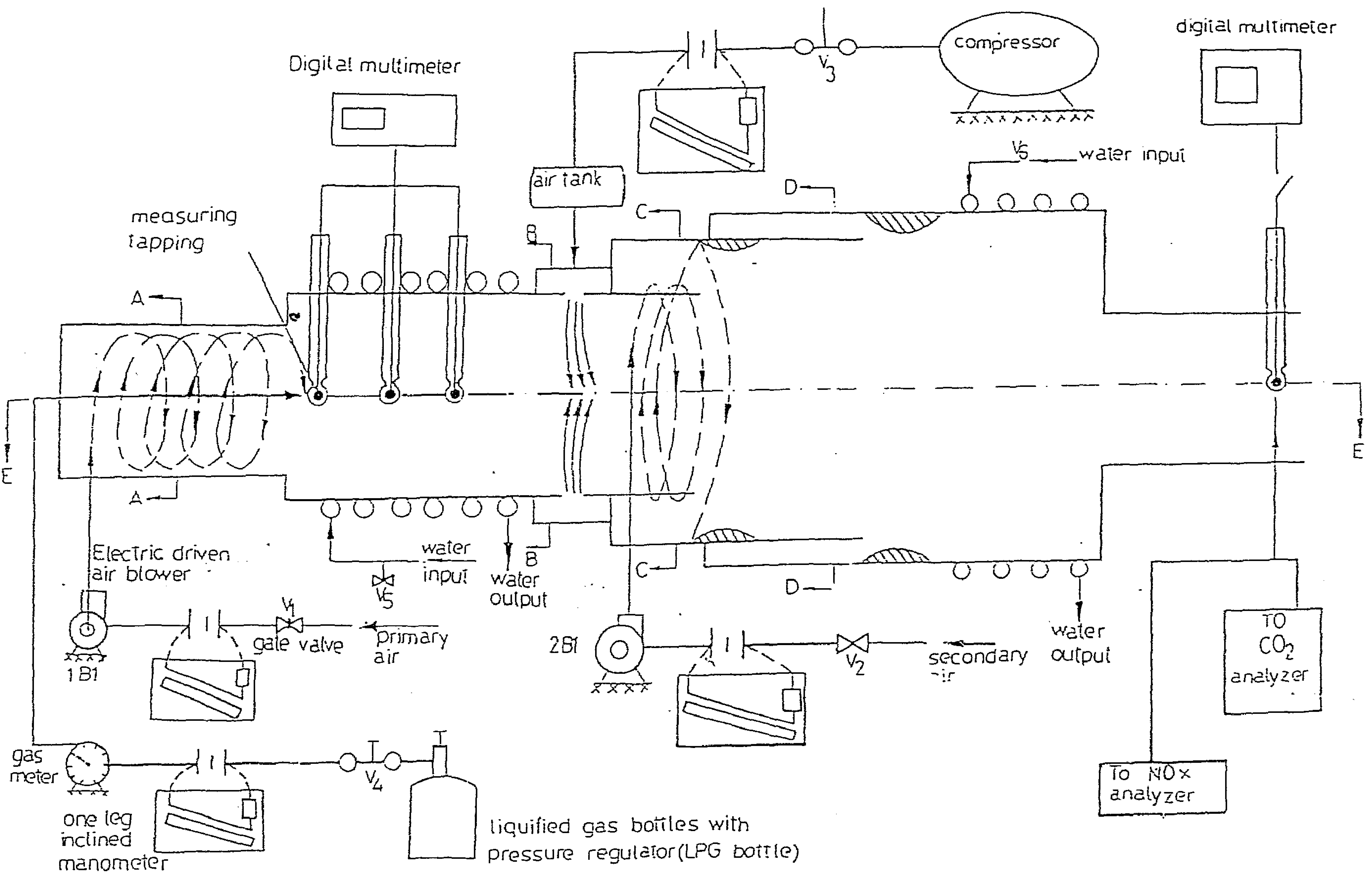


Figure (2) : Schematic diagram of the test rig (schematic of expermental apparatus)

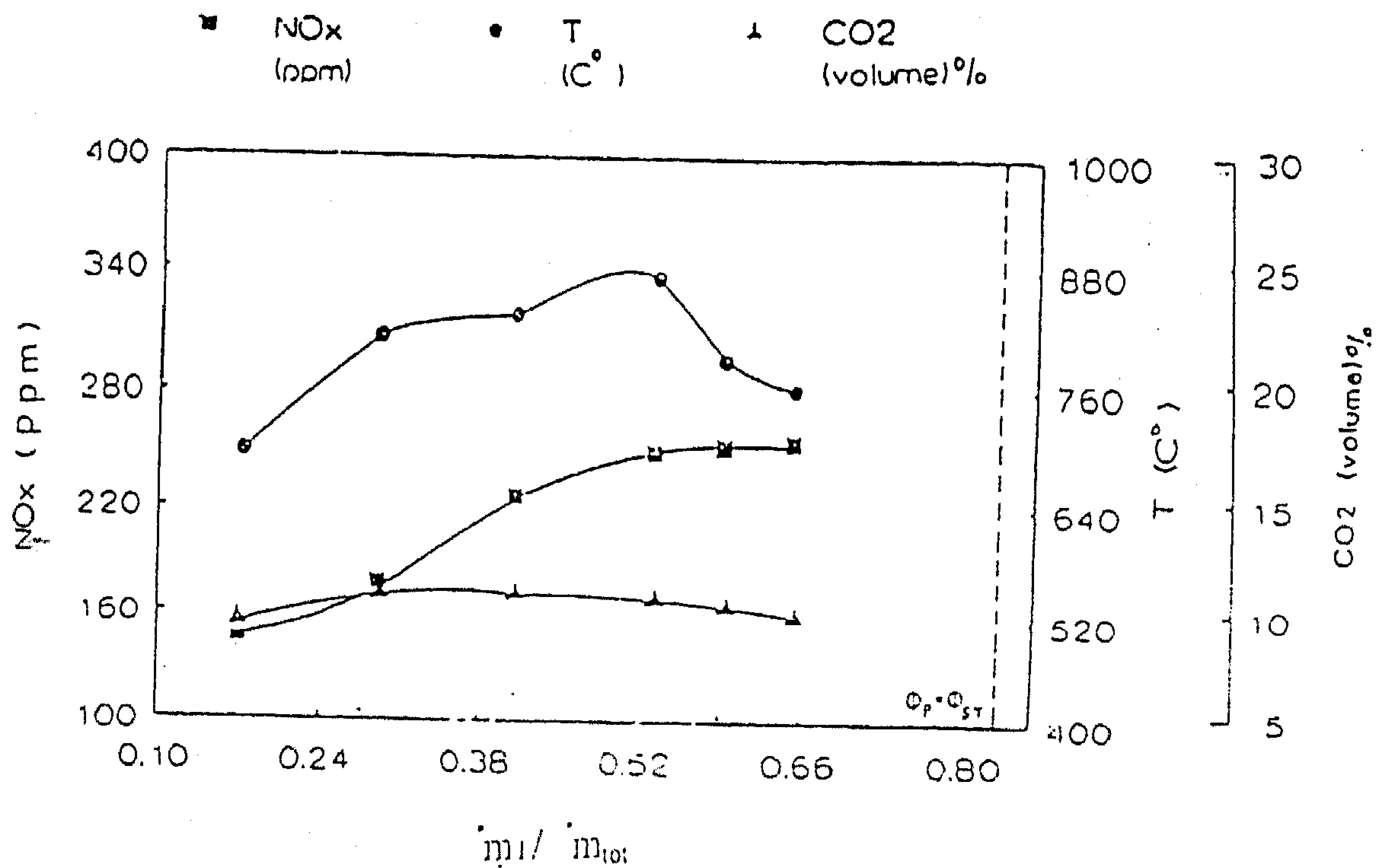


Figure (3.1): Effect of mass ratio $\dot{m}_i/\dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f$ = 3 kg/ hr, (Equivalence ratio $\phi = 0.83$)

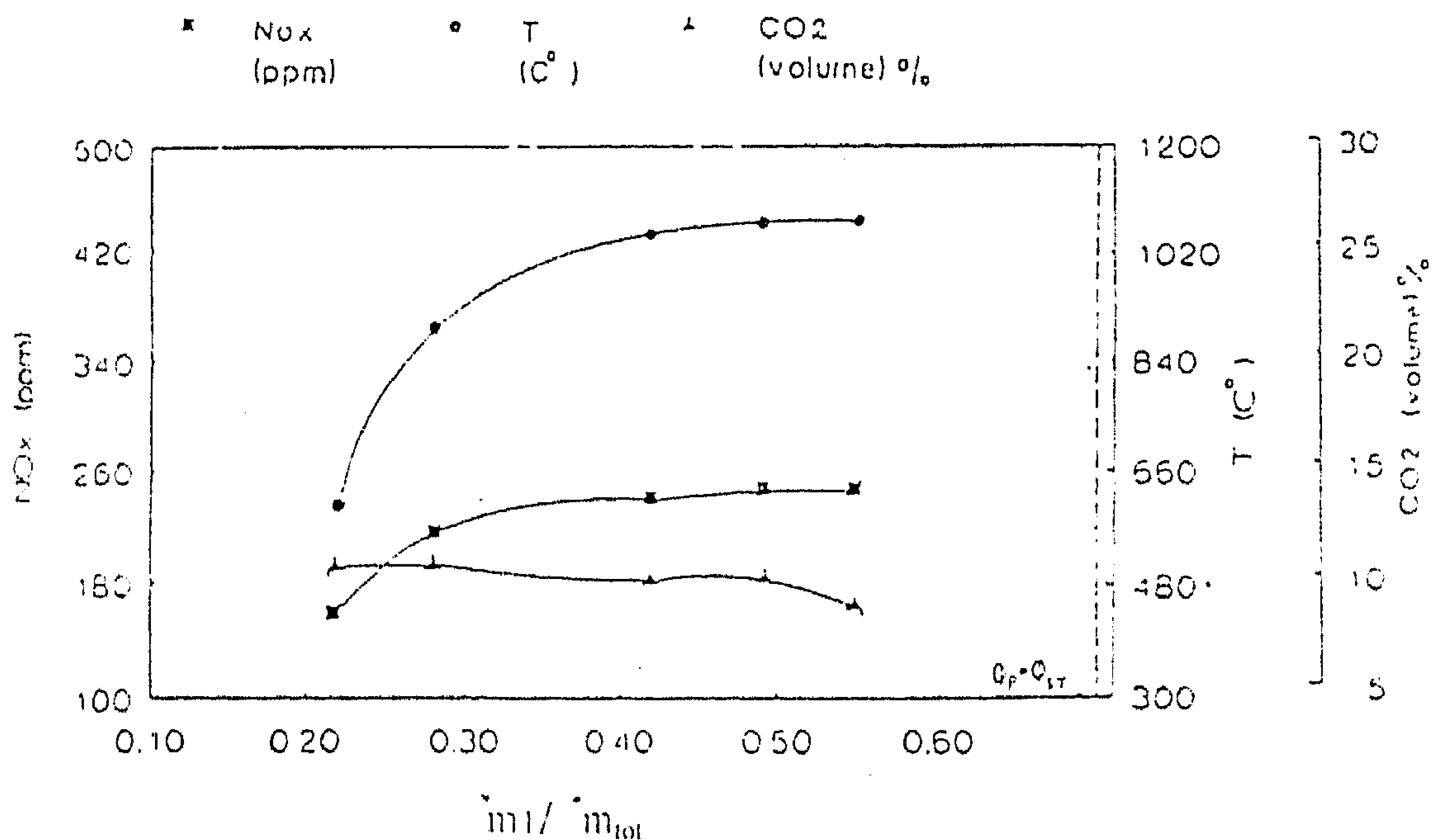


Figure (3.2): Effect of mass ratio $\dot{m}_i/\dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f$ = 3 kg/ hr, Equivalence ratio $\phi = 0.71$)

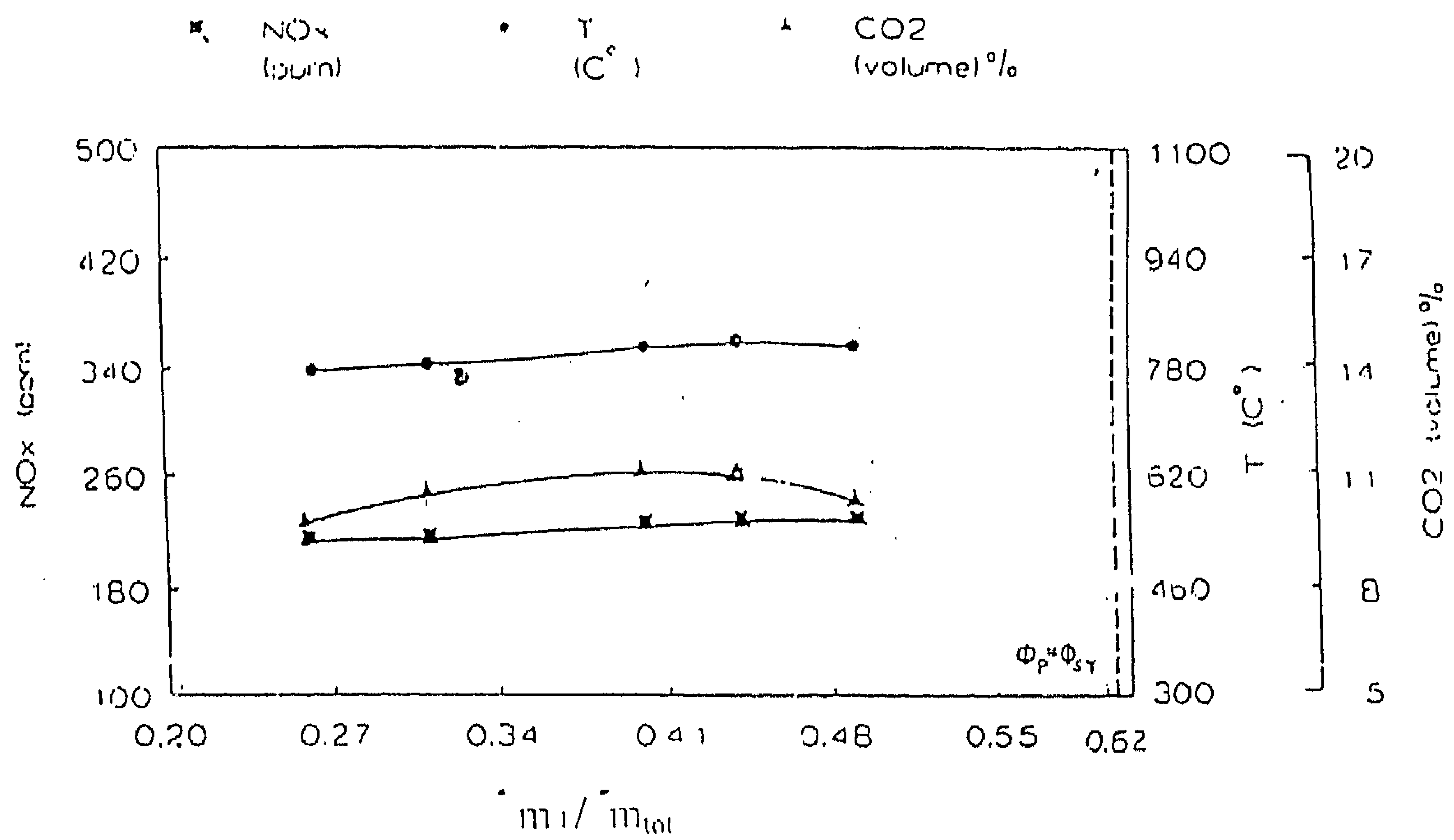


Figure (3.3): Effect of mass ratio $\dot{m}_i/\dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f$ = 3 kg/ hr, (Equivalence ratio $\phi = 0.62$)

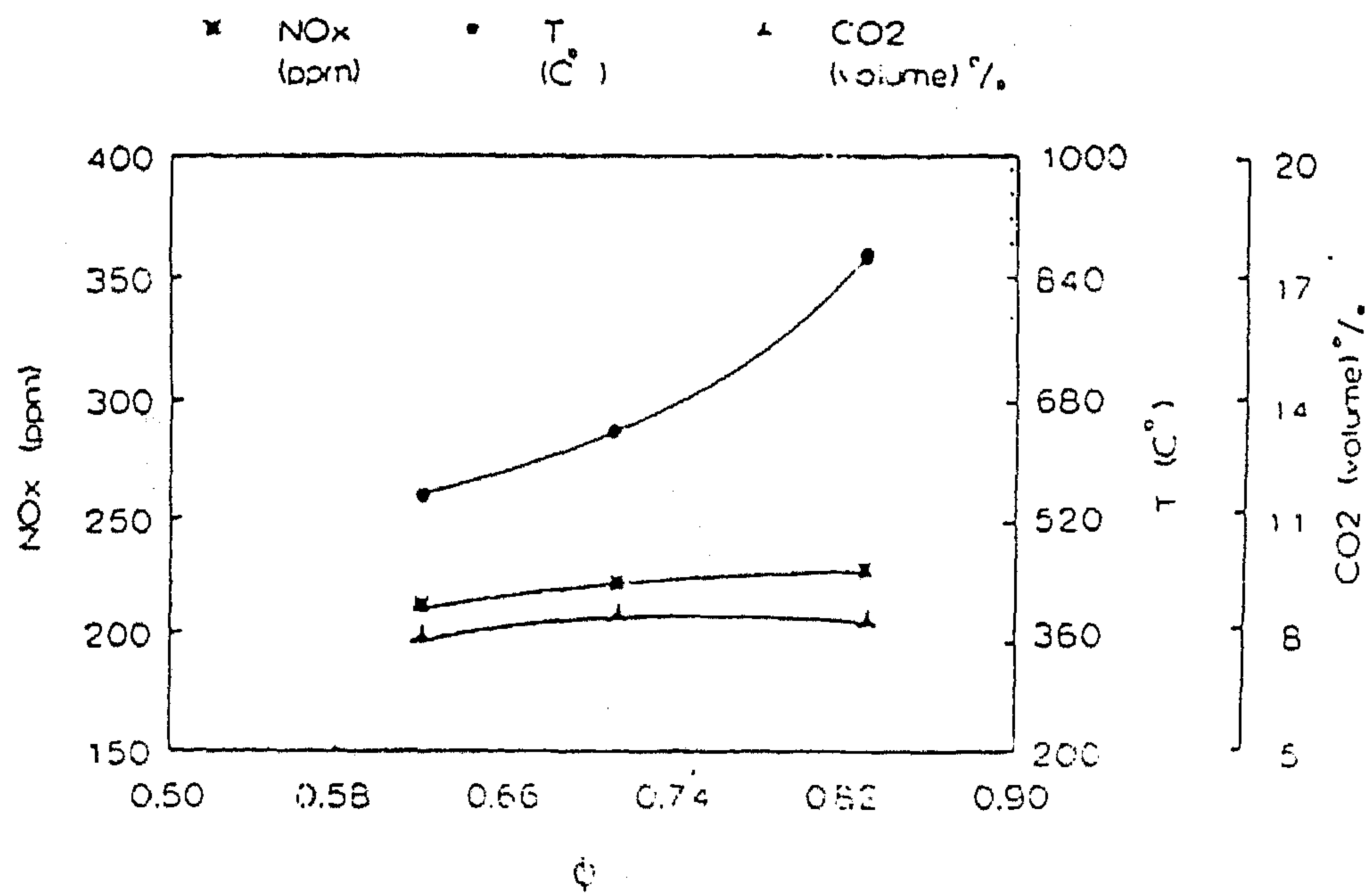


Figure (4) : Effect of Equivalence ratio (ϕ) on exit Temperature, Carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f$ = 2.5 kg/hr, $\dot{m}_i / \dot{m}_{tot}$ =0.40

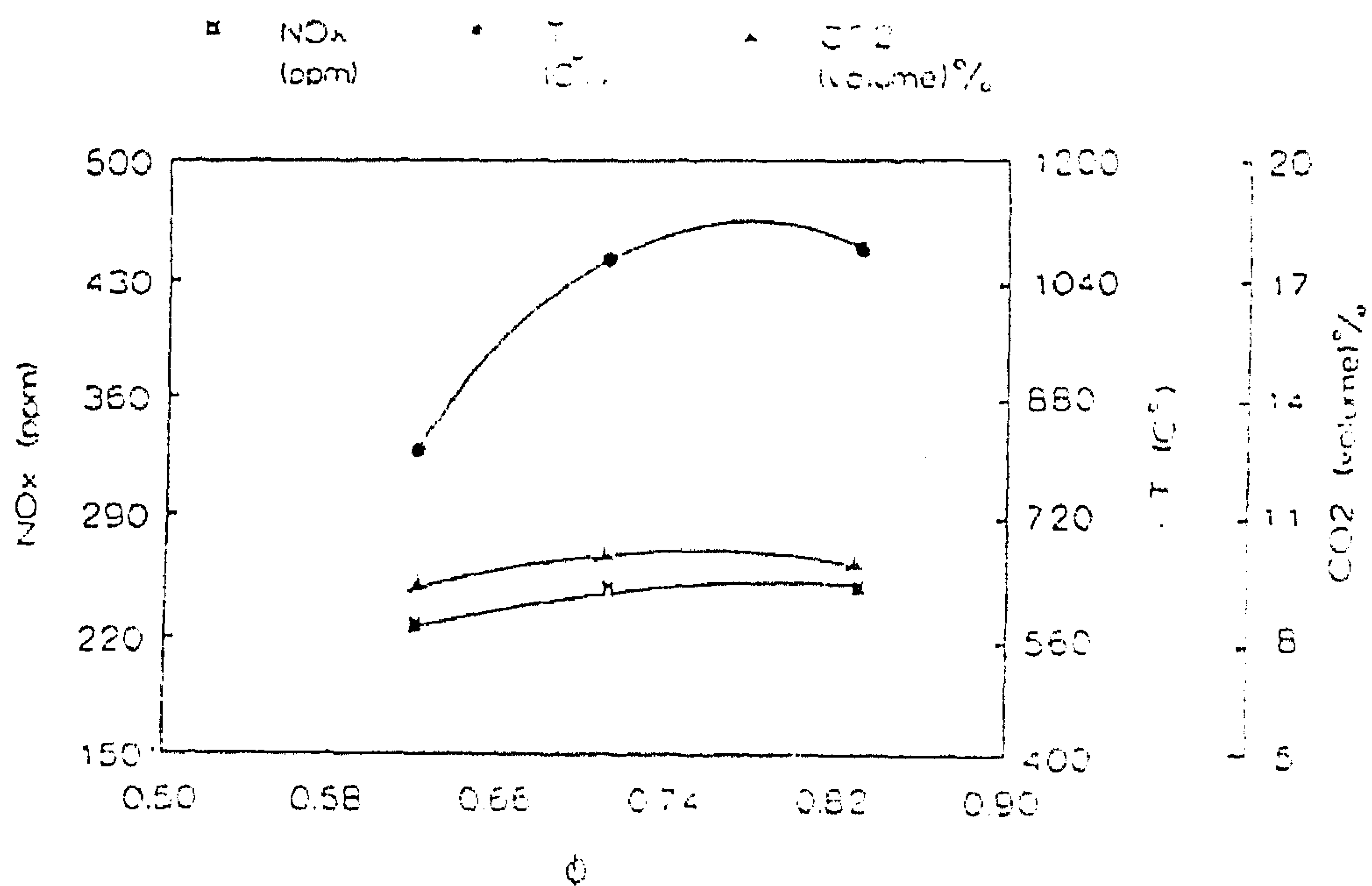
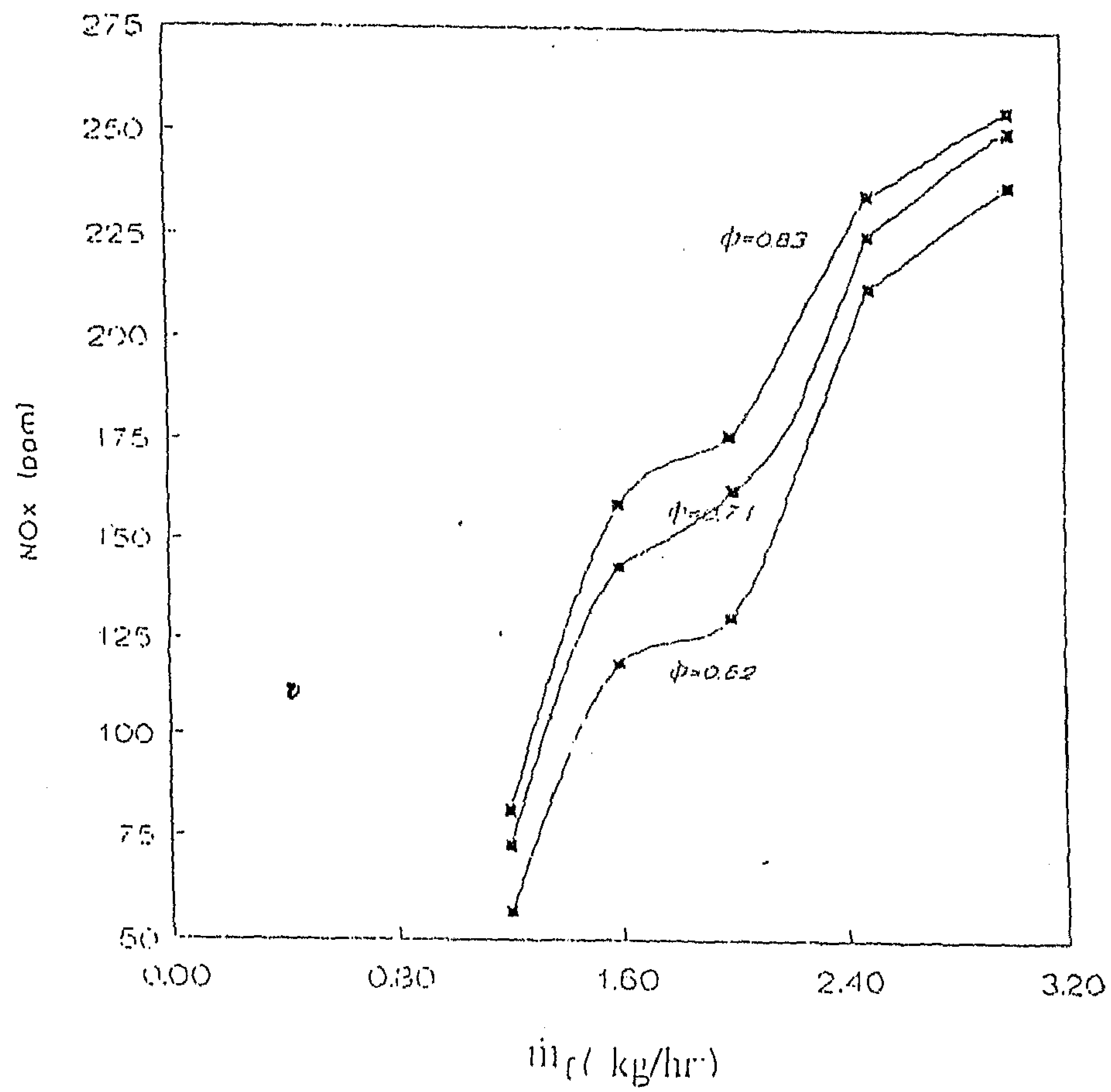


Figure (5) : Effect of Equivalence ratio (ϕ) on exit Temperature, Carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f$ = 3 kg/hr, $\dot{m}_i / \dot{m}_{tot}$ =0.40



$\dot{m}_f$ (kg/hr)

Figure (6) : Effect of mass flow rate of fuel on NO_x emission at constant ($\dot{m}_i / \dot{m}_{tot} = 0.40$)

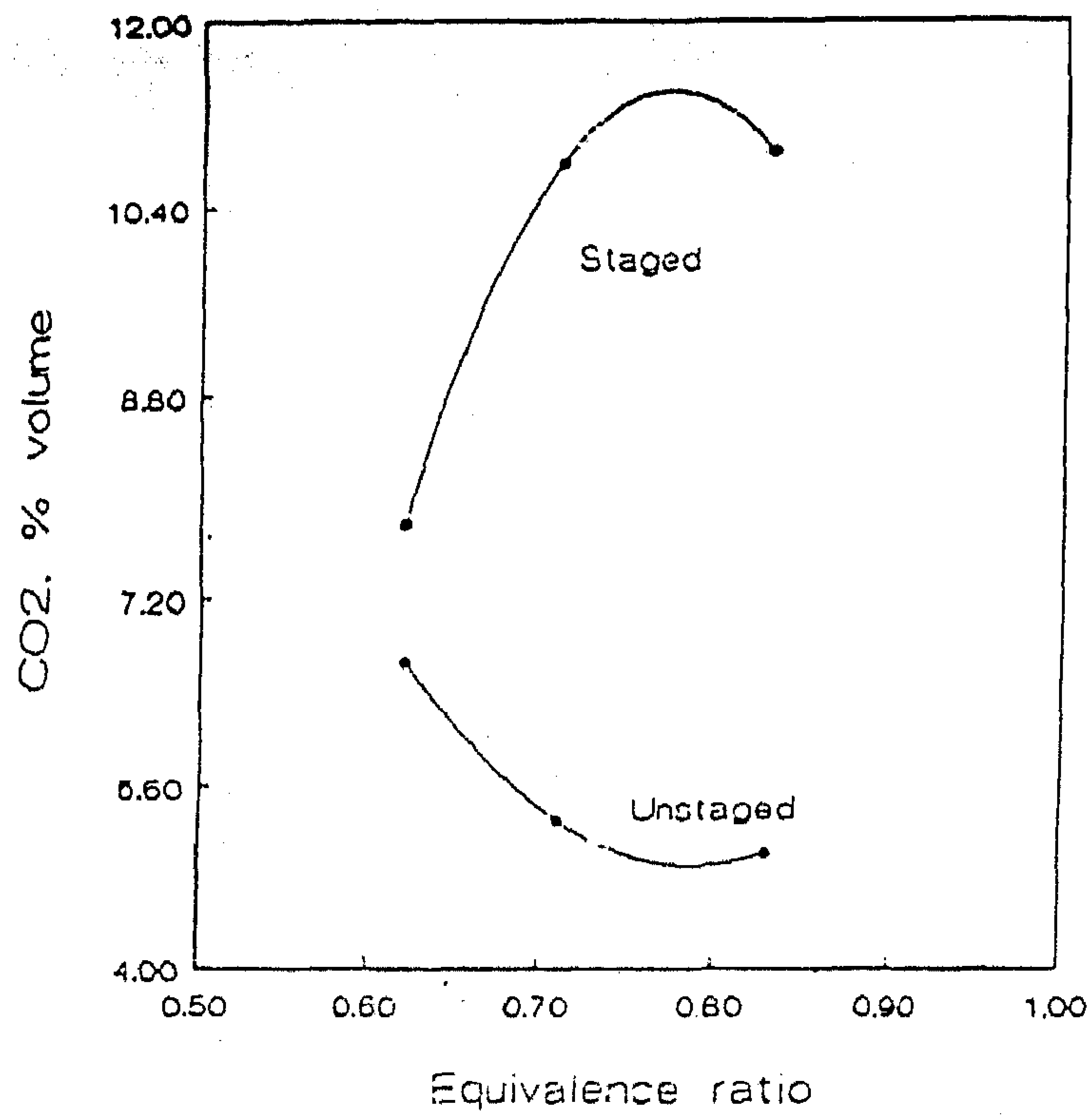


Figure (7) : The effect of air staging on CO2 emission at constant $\dot{m}_f$ = 2 kg/hr.

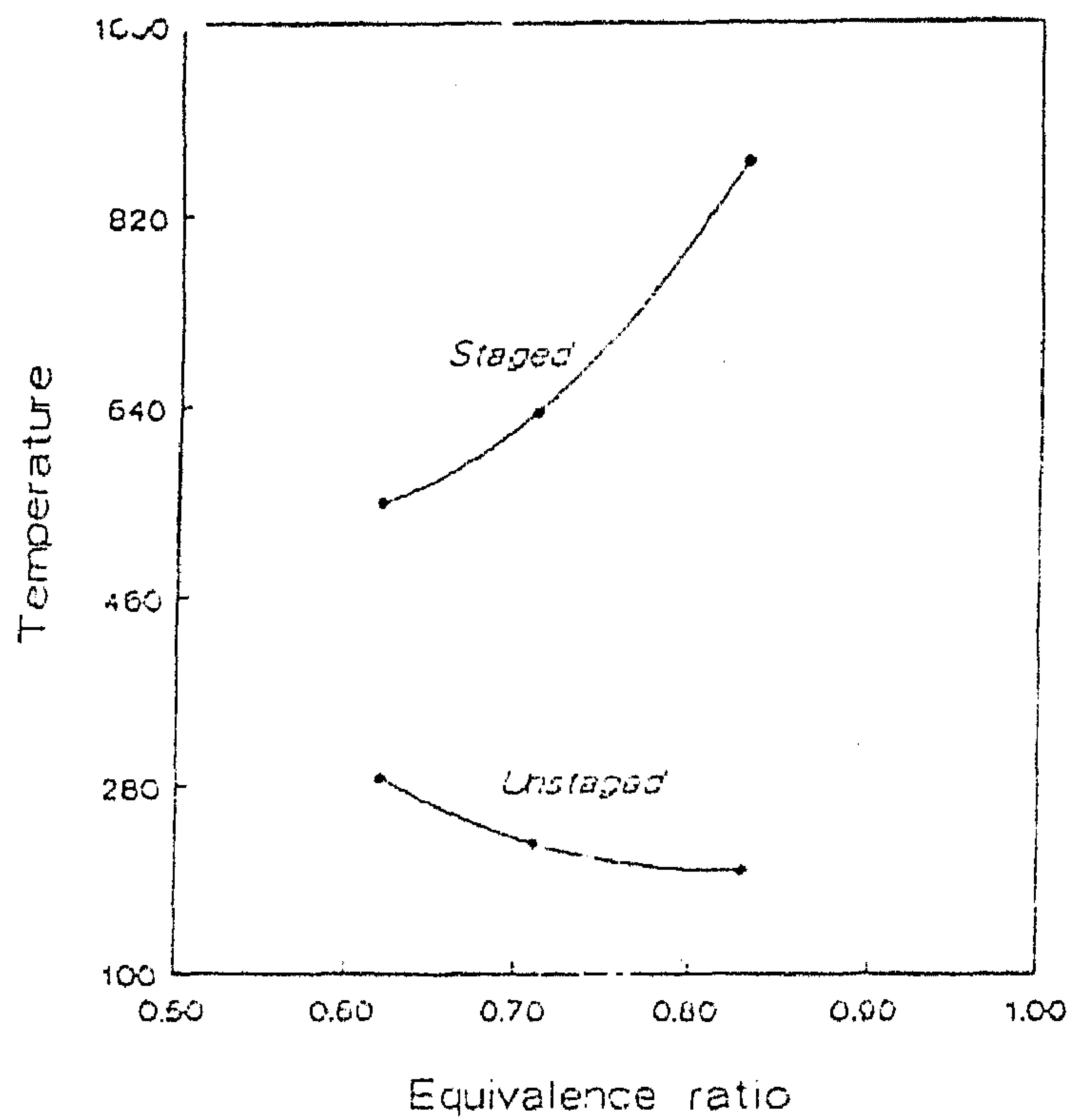


Figure (8) : The effect of air staging on exit temperature at constant $\dot{m}_f$ = 2.5 kg/hr.

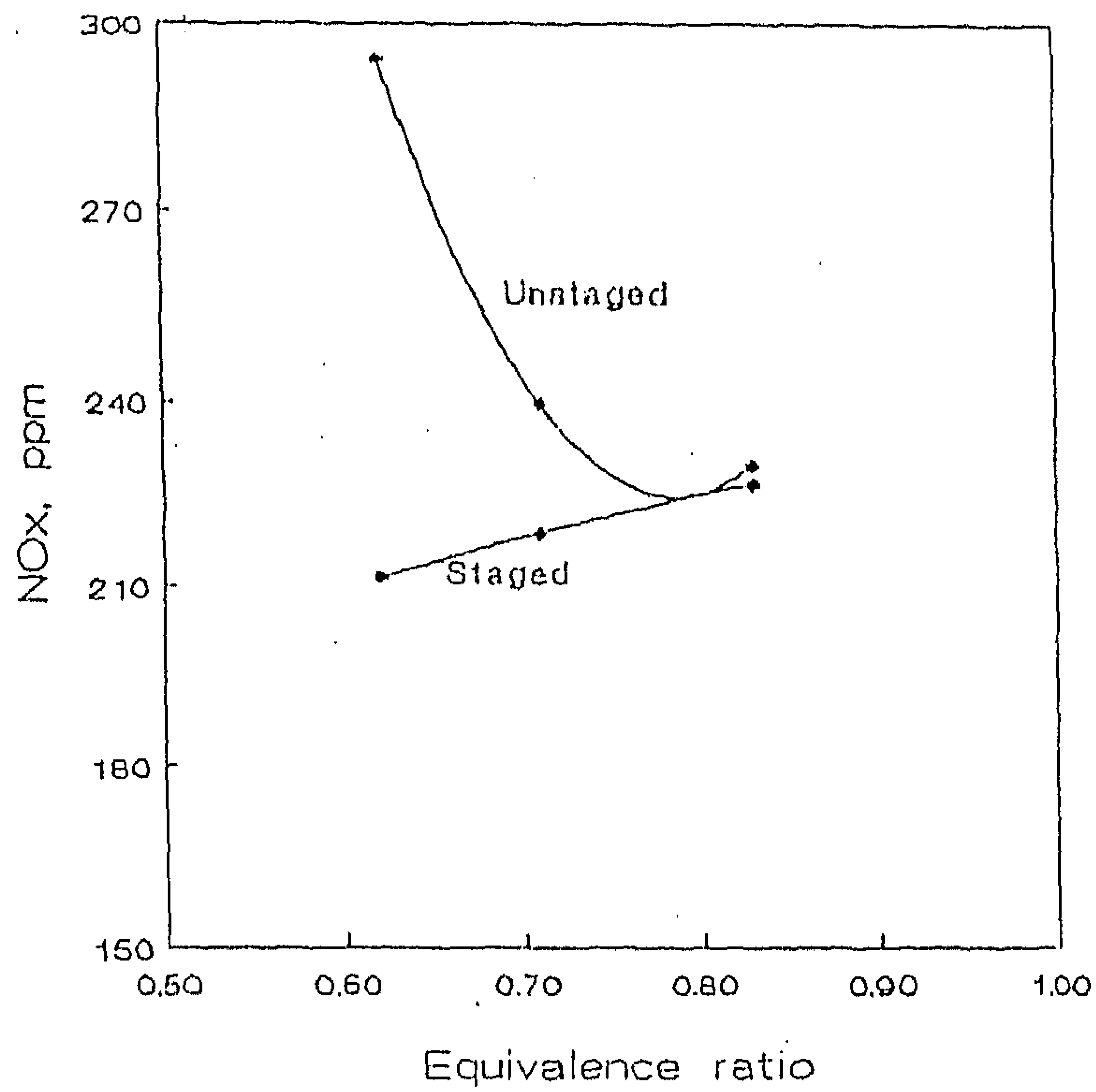


Figure (9) : The effect of air staging on NOx emission at constant $\dot{m}_f = 2.5$ kg/hr.

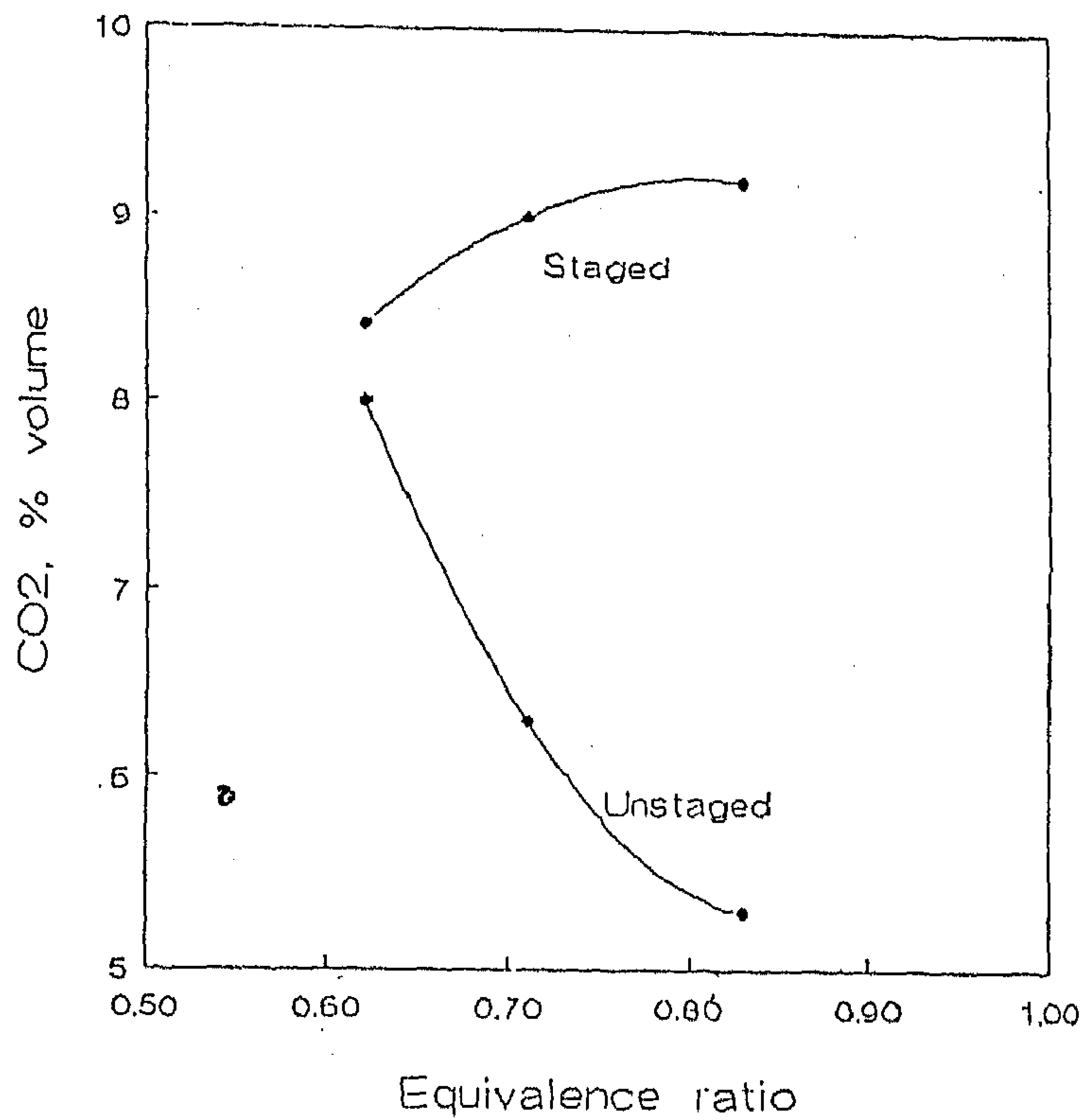


Figure (10) : The effect of air staging on CO2 emission at constant $\dot{m}_f = 2.5$ kg/hr.

REFERENCES

1. Janos M . Beer, " Low NO_x Rich - Lean Combustor Especially Useful in Gas Turbine ", United States Patent Number : 4,845 , 940 , Date of Patent : Jul .11; 1989 .

2. S.L Lopes , J.A. Carvalho Jr , B.K Alves , A.R.M Borges , T.Morimoto and H.S Couto ," Formation of Pollutants in an Industrail Ammonia - Vapour Combustion System " , Journal of the Institute of Energy , March 12998 , 71 , pp 47 - 54 .

توصيات عامة لمؤتمر تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الألفية الثالثة

١- نوصى بخلق قنوات اتصال علمية بين مراكز الأبحاث والجامعات والمصانع وكذا وحدات الإنتاج الصناعية وتطبيق الأبحاث والاقتراحات العملية ،

٢- إنشاء وحدات بحثية فى كل مصنع ومنشآه حكومية وخاصة للاستشارات العلمية والصناعية

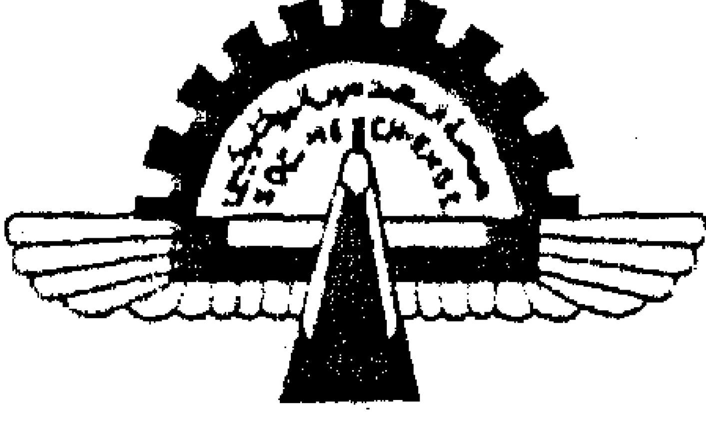
٣- توزيع ونشر موضوعات المؤتمر على جميع المؤسسات والمصانع الحكومية والخاصة ،

توصيات خاصة بالبحث المقدم

١- أوصى بتطبيق هذا الابتكار والاختراع فى المصانع الحرارية وكذا فى محطات توليد القوى الكهربائية والحرارية

٢- أوصى بتطبيق هذا الابتكار بوحدات الإحتراق للطائرات والصواريخ وكذا فى المحطات القوى الحرارية والقوى النووية وفى الغلايات البخارية ،

٣- يمكن تطبيق استخدام وتطبيق هذا الحارق المطور فى مصانع صهر المعادن وفى محطات التنقية والمعالجات الحرارية ،



جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع

4/5

توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة فى مجال ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة

استاذ دكتور / عاطف خليل

توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة
فى مجال ترشيد الطاقة و الحفاظ على البيئة
دراسة حالة

م. جمال زغلول الجندى[١] - د.م عاطف خليل حسن[٢]- د.م محمود محمد عبد العظيم[٣]

الملخص:

لا شك أن اهتمام الدولة بكافة مؤسساتها يتعاظم يوما بعد الآخر فى اتجاه دعم قطاع السياحة ، لما يمثله من أهمية اقتصادية و تنموية شاملة للدولة. و لقد لعبت ، التقنيات الهندسية الحديثة فى مجالات التطبيق العملي مثل مناهج ترشيد الطاقة و نظم المحافظة على البيئة فى إطارها الطبيعي، دورا هاما لدعم حركة النمو السياحي بصورة غير مباشرة أحيانا و بصورة مباشرة أحيانا أخرى ، كما كان لها دورها الملموس فى إضافة نقلة حضارية للنشاطات السياحية و بما يخدم مفهوم "جودة أعلى مع تكلفة أقل". حيث نجحت وزارة السياحة و هيئاتها التنظيمية مثل الهيئة التنمية السياحية و فى خلال سنوات قليلة فى دفع و استغلال و تطويع كافة المحددات الهندسية و التطبيقات العملية لإنتاج و تطبيق نظم فنية عالية الكفاءة لخدمة قطاع التنمية السياحية على طول السواحل المصرية الممتدة لآلاف الكيلومترات و قد أمكن من خلال ذلك توفير قاعدة أساسية قوية تعتمد على منظومة الترشيد و البيئة و بدون تحميل ميزانية الدولة أية تكلفة تذكر.

و سيعنى هذا البحث لتقديم " دراسة حالة " لمجهودات وزارة السياحة و هيئة التنمية السياحية فى إطار دفع و تشجيع استخدام التطبيقات الهندسية لنظم و تقنيات مجالات الترشيد و البيئة. حيث تعد نشاطات الهيئة متمثلة فى تنمية السياحة ، تعمل فى نطاق غزو الصحراء و تعميرها و تحويلها بالخبرات و الاستثمارات إلى مصادر دخل قومي لا تنضب ، و بما يتطلبه ذلك من توفير قطاعات خدمية متمثلة أساسا فى أعمال توليد الطاقة الكهربائية فى تلك المناطق الغير مأهولة و توفير نظم التغذية بالمياه و الصرف الصحي و بما يتوافق مع المحددات البيئية و نهج ترشيد الاستهلاك و المحافظة على مصادر الثروة الطبيعية. كما أن هذه المجتمعات السياحية الناشئة كان لها أثرا اجتماعيا بالغا فى نقل و توطين مجتمعات حضرية عديدة حول التجمعات السياحية الناشئة مما ساهم من جهة أخرى فى تعميق مفهوم التنمية الشاملة.

و سيفرد هذا البحث حيزا لحصر الخدمات و التكنولوجيات المستخدمة فى قطاعات ترشيد الطاقة و البيئة و من واقع القياسات الفعلية لإنجاز العمل السياحي لتنمية السواحل المصرية.

---

(١) : مدير عام إدارة البنية الأساسية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

(٢) : استشاري الهندسة الميكانيكية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

(٣) : استشاري الهندسة الصحية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

١ – المقدمة :

فى ظل اهتمام الدولة بتنمية الموارد الاقتصادية و خلق فرص عمل جديدة فى إطار توزيع جغرافي متناسق و متوازن قامت وزارة السياحة و هيئاتها التنظيمية مثل الهيئة العامة لتنمية السياحة و فى خلال سنوات قليلة بدفع و استغلال و تطويع كافة المحددات الهندسية و التطبيقات العملية لإنتاج و تطبيق نظم فنية عالية الكفاءة لخدمة قطاع التنمية السياحية على طول السواحل المصرية الممتدة لآلاف الكيلومترات بالإضافة إلى العديد من المناطق الداخلية و التى قد تشكل جزء ملحوظ من مناطق الجذب السياحي و مناطق المحميات الطبيعية و سياحة السفارى و منتجعات السياحة العلاجية.

و توضح الخريطة بالمرفق رقم (١) مناطق قطاعات التنمية السياحية المختلفة بالبلاد و يلخص المرفق رقم (٢) حصر عام لأبرز المشروعات التى تم الموافقة عليها و أحرزت خطوات تنفيذية فعلية مع بيان متطلباتها من الطاقة الكهربائية و المياه المتناسبة مع القدرات الاستيعابية للطاقة الفندقية و التى تم تحديدها طبقا للمعايير التى أقرتها الهيئة العامة للتنمية السياحية و هى الجهة المنوط بها مراجعة و اعتماد المشاريع التى تقام على الأراضي التى خصصتها الدولة للمشاريع السياحية المحدودة و المتكاملة. و فيما يختص بمعدلات متطلبات الفرد من المياه و الطاقة الكهربائية فقد تم تحديد نصيب الفرد طبقا للمستوى الفندقي (النجومية) كما يلى:

- ٣ – ٤ ك.ف.أ الحمل فندقية مكيفة (بدون مهمات مطبخ صغير بداخلها).
- ١ – ٢ ك.ف.أ الحمل فندقية غير مكيفة (بدون مهمات مطبخ بداخلها).
- ٢ ك.ف.أ لكل ١٠٠ متر مربع من مناطق الخدمات شاملة أحمال الإنارة و الأغراض المختلفة.
- ٦ ك.ف.أ لكل ١٠٠ متر مربع من مناطق الخدمات شاملة أحمال الإنارة و التكييف و الأغراض المختلفة.
- أحمال القوى الكهربائية الخاصة بالمصاعد و الأحمال الميكانيكية للمطبخ و الغلايات و المغسلة يلزم تقديرها على أساس متطلبات كل قرية سياحية .
- متطلبات الفرد من المياه الشرب : تتراوح كمية المياه اللازمة للفرد من ٢٠٠–٥٠٠ لتر/فرد/يوم طبقا لدرجة النجومية.

هذا بالإضافة للعديد من المعايير و الضوابط الحاكمة لنوعية معايير مياه الشرب و شدة الإضاءة و نظم معالجة مياه الصرف و استغلالها لرى المساحات الخضراء و مولدات كهرباء الطوارئ و نظم الصوتيات و الاتصالات و غير ذلك من مرافق المشروع السياحى.

٢– نظم ترشيد الطاقة لأحمال معدات تكييف الهواء:

تشكل الطاقة الكهربائية المستخدمة فى نظم تكييف الهواء النصيب الأكبر فى الطاقة المستهلكة فى المشاريع الفندقية و نظرا لأن الظروف المناخية الخارجية في شهور الصيف في منطقة الشرق الأوسط و مصر على وجه الخصوص قد شهدت تغيرا ملحوظا خلال الحقبة الحالية فقد أصبح من المناسب الالتزام بالظروف المناخية الواقعية و الفعلية من خلال الإحصائيات و الدراسات الحديثة لتحقيق أفضل مستوى من الرفاهية و الراحة لرواد المنشآت الفندقية و طبقا لمستوى النجومية.

و بناء على التوزيع الغير منتظم لأحمال التكييف على مدار اليوم و اختلاف ساعات الذروة باختلاف واجهات المبنى و تعرضها لأشعة الشمس التى تشكل حوالي ٥٠% من احمال القدرة التبريدية لمعدات التكيف فان الجهود المبذولة توجهت نحو توزيع الأحمال و منع حدوث نقاط للذروة بمنحنى توزيع الأحمال الحرارية اليومية مما يشكل خفض ملحوظ فى حجم المعدات و تكلفتها الاستثمارية و رفع معدلات كفاءة الأداء طبقا لظروف التشغيل الكاملة و الشبه منتظمة.

٢-١ نظم ترشيد الأحمال الحرارية للتكييف خلال الفترات الصيفية

٢-١-١ أثر استخدام العزل الحراري و تغيير واجهة المبنى على التأثر بأقصى حمل حراري من أشعة الشمس

تستهلك معدات التكييف أثناء فترات الذروة (الظهيرة) بالوقت الحاضر و طبقا للظروف المناخية بالبلاد طاقة كهربائية تصل إلى ٦٠% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة بالمنشأة و قد أثبتت كل من الدراسات باستخدام طرق المحاكاة العددية (نماذج رياضية باستخدام الحاسبات) و القياسات الفعلية جدوى استخدام وسائل العزل الحراري فى المباني و يوضح شكل رقم (١) تأثير الحمل الحراري من أشعة الشمس لظروف مختلفة لغرفة فندقية نمطية مزدوجة بمساحة ٢٤م^{2} ذات شباك بمساحة ٤م^{2} فى وجهات مختلفة للمبنى و ذلك للأدوار المختلفة.

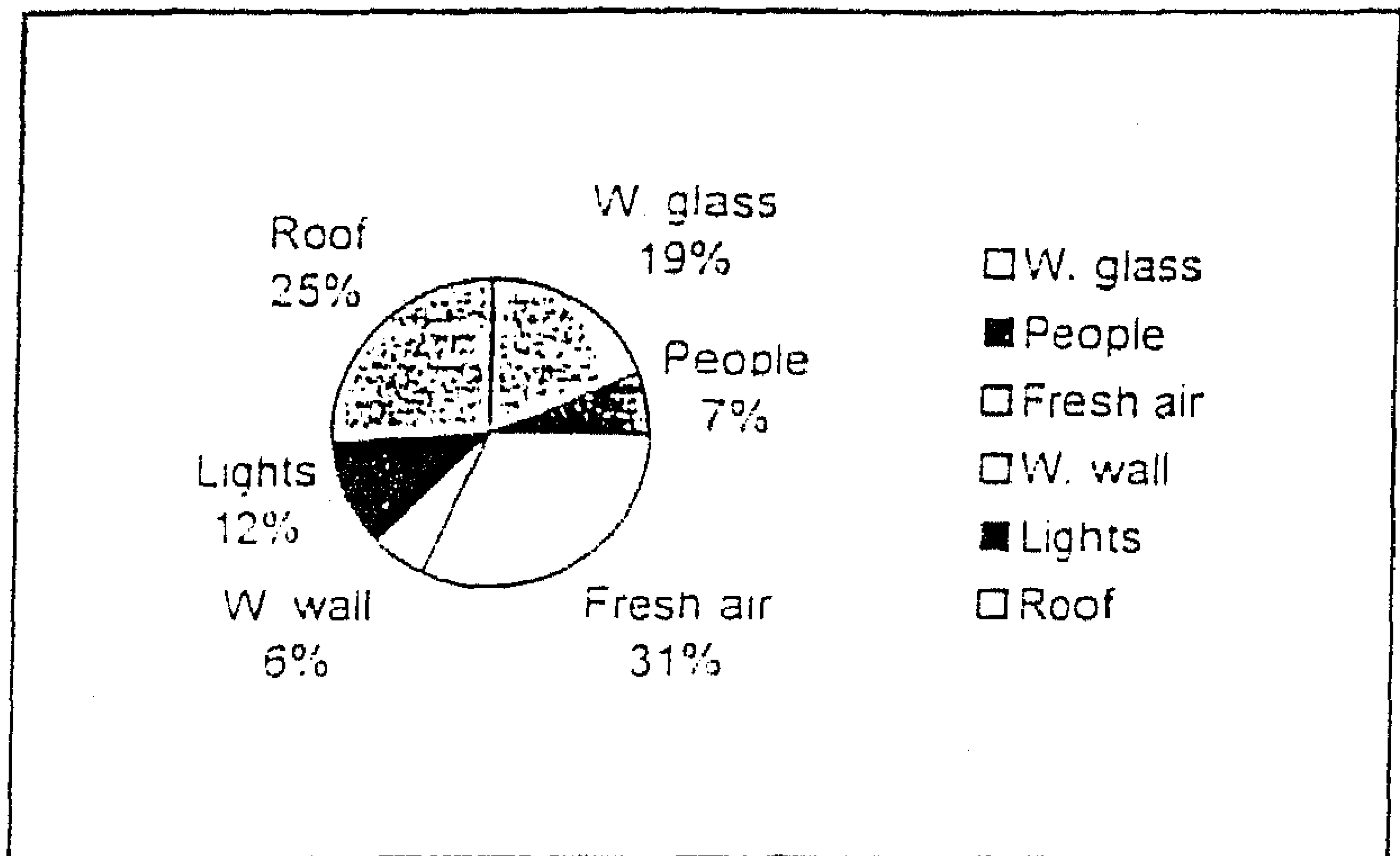
٢-١-٢ أثر استخدام نظم النوافذ الزجاجية المزدوجة و الستائر الداخلية و الخارجية

أثبتت الدراسات و القياسات الفعلية التى أجريت على أحد المشاريع السياحية الكبيرة التى تحتوى على مساحات كبيرة من الواجهات الزجاجية أن استبدال الزجاج العادي (المفرد الشفاف) بأفضل أنواع الزجاج المزدوج (ذو معامل الانتقال الحراري ٠،٣٣ وحدة حرارية بريطانية/قدم مربع ٠ف ساعة للتوصيل أو للإشعاع) و بالرغم من ارتفاع التكلفة الإنشائية إلا أن الأحمال الحرارية (القدرة التبريدية للمعدات) و بالتالي الطاقة الكهربائية المستهلكة قد انخفضت بنسبة تصل إلى ١٤% مما يشكل توفير سنوي ملحوظ فى تكلفة التشغيل (الطاقة الكهربائية) بالإضافة إلى الوفر الحاصل فى التكلفة الإنشائية لأعمال التكييف و الأعمال الكهربائية.

٢-١-٣ أثر تطبيق معاملات التباين فى حساب الأحمال القصوى لمعدات التكييف

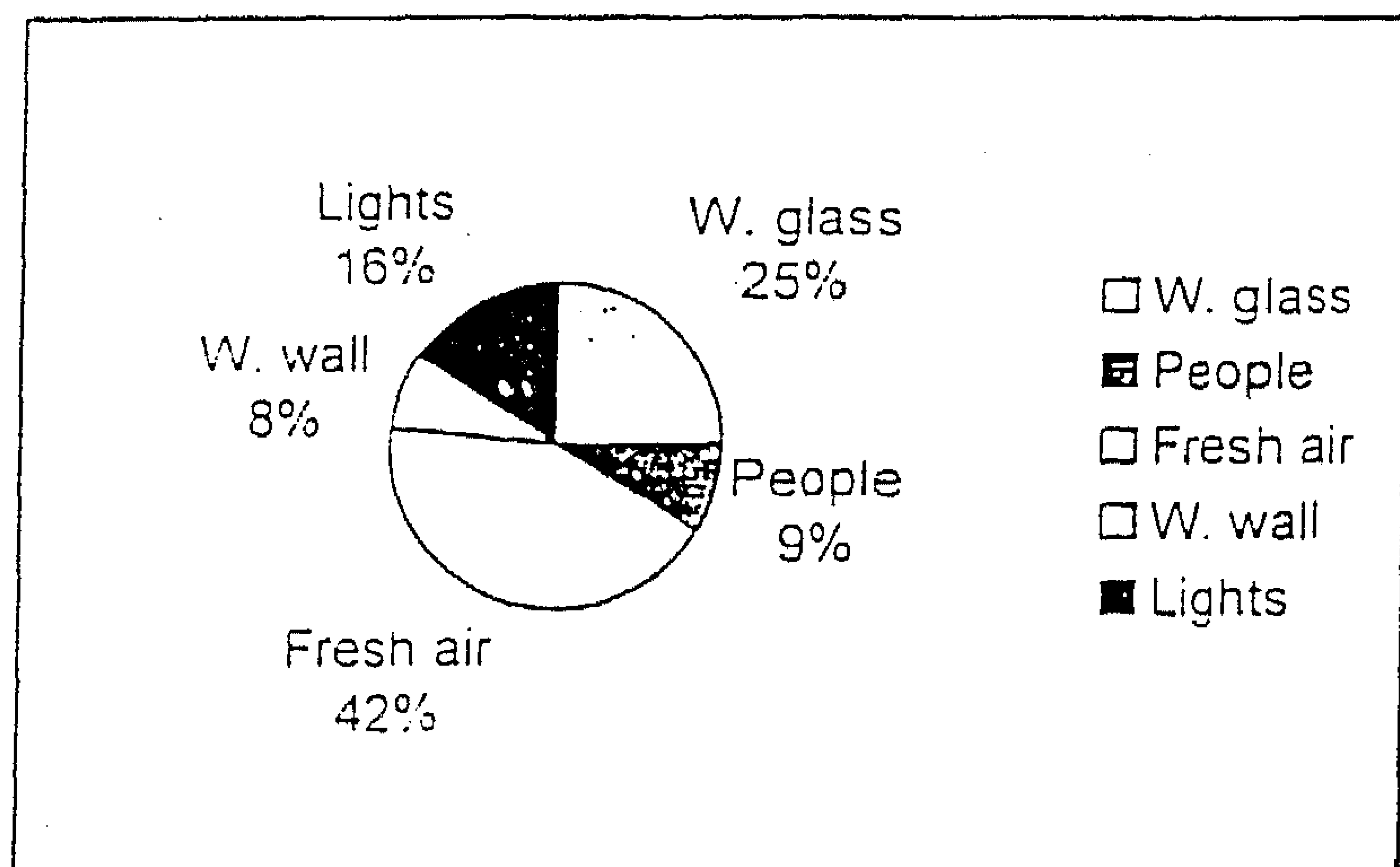
تمتاز نظم التكييف المركزي للمنشآت السياحية الكبيرة بإمكانية خفض القدرة التبريدية لمعدات التكييف بنسبة تتراوح بين ١٥-٢٠% طبقا لطبيعة واجهات المبنى و نسبة إشعاله حيث تتباين أوقات الذروة لأحمال تأثير أشعة الشمس باختلاف واجهات المبنى حيث تكون فترة الذروة للواجهة الشرقية ما بين الساعة ٨-١١ صباحا و تكون فترة الذروة للواجهة الغربية ما بين الساعة ٢-٥ مساء و بذلك يمكن احتساب أقصى طاقة تبريدية مطلوبة بناء على أعلى حمل حراري للواجهة المؤثرة بشكل أكبر و ليس كمجمع جبري لجميع الأحمال عند أقصى ذروة و بذلك يمكن الاستفادة من الطاقة التبريدية بشكل اقتصادي لخدمة جميع الأوقات و هو ما يمكن تطبيقه أيضا على الاستخدامات المختلفة لمرافق المنشأة السياحية مثال الحفلات المسائية مقابل أحمال فترة الذروة النهارية.

W. glass	3361
People	1200
Fresh air	5760
W wall	1016
Lights	2125
Roof	4662



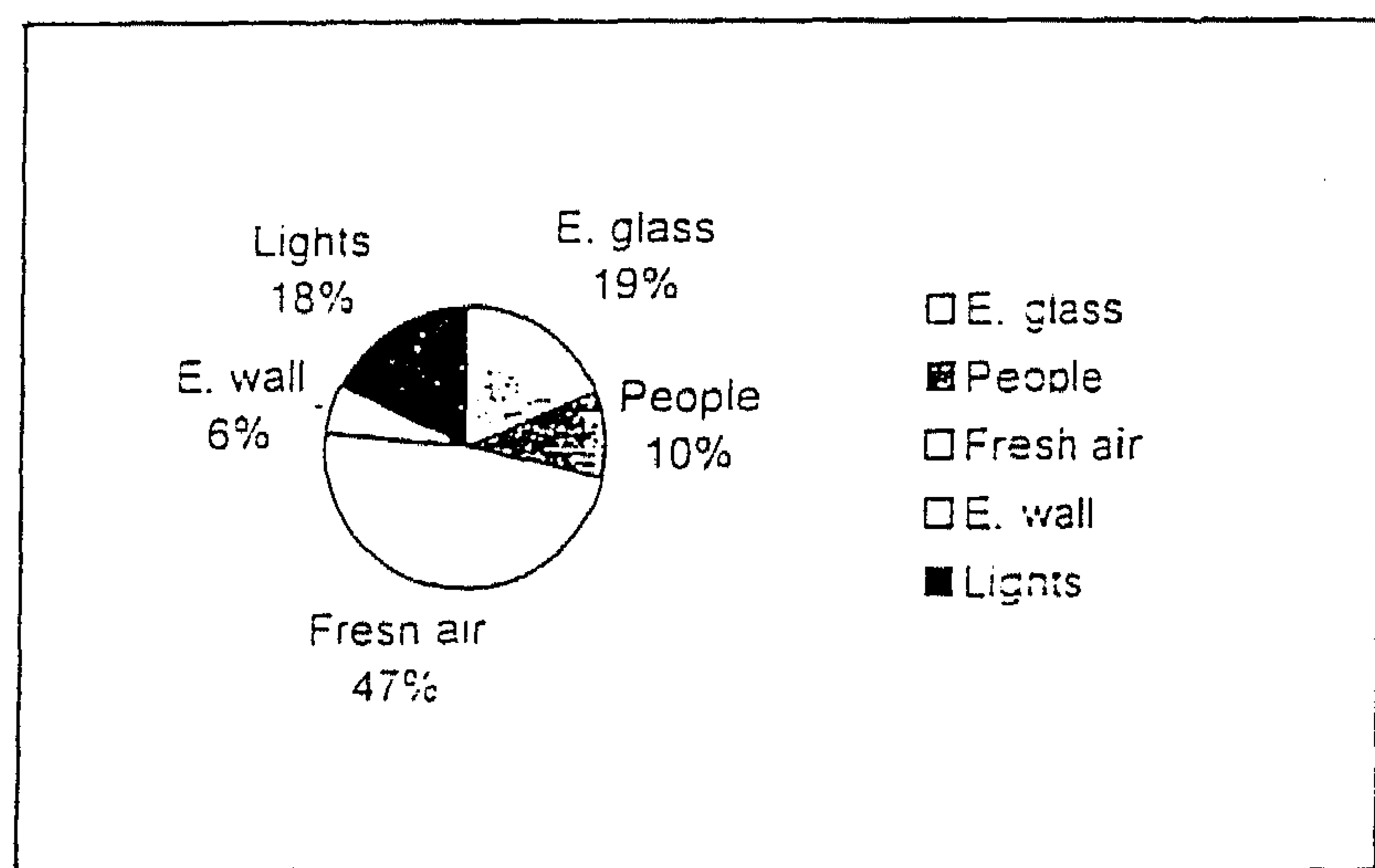
WEST ROOM (LAST FLOOR) 18124 BTUh

W. glass	3361
People	1200
Fresh air	5760
W wall	1016
Lights	2125



WEST ROOM 13462 BTUh

E. glass	2240
People	1200
Fresh air	5760
E. wall	675
Lights	2125



EAST ROOM 12000 BTUh

شكل رقم (١)

تأثير الحمل الحراري من أشعة الشمس لظروف مختلفة لغرفة فندقية غطية مزدوجة

٢-١-٤ أثر استخدام نظم إدارة الطاقة بالمباني (Building Management System)

يتم ربط كافة مكونات شبكة تكييف الهواء عند طريق توصيل مجموعة من أجهزة القياس و الحساسات المختلفة بجهاز حاسب شخصي حتى يمكن متابعة أداء كافة المكونات بسهولة مع مراقبة و رصد أى خلل أو توقف لنظام التكييف و يتيح إمكانية التشغيل طبقا لترتيب محدد مرتبط بتوقيتات العمل فى المناطق المختلفة للمنشأة السياحية مما يمنع أي إهدار للطاقات و يرشدها و بالإضافة إلى ذلك يمكن ربط هذه البرامج التشغيلية ببرامج الصيانة الوقائية لتلافى و تدارك الأعطال المفاجئة و التى تؤثر بالسالب على مستوى أداء المنشأة و إجراء أعمال الصيانة المعتادة طبقا لعدد ساعات التشغيل الفعلية التى يقوم الحاسب الشخصي بحصرها.

٢-١-٥ استخدام الأنابيب الحرارية فى الاستفادة من الفاقد الحراري فى هواء التهوية المطرود

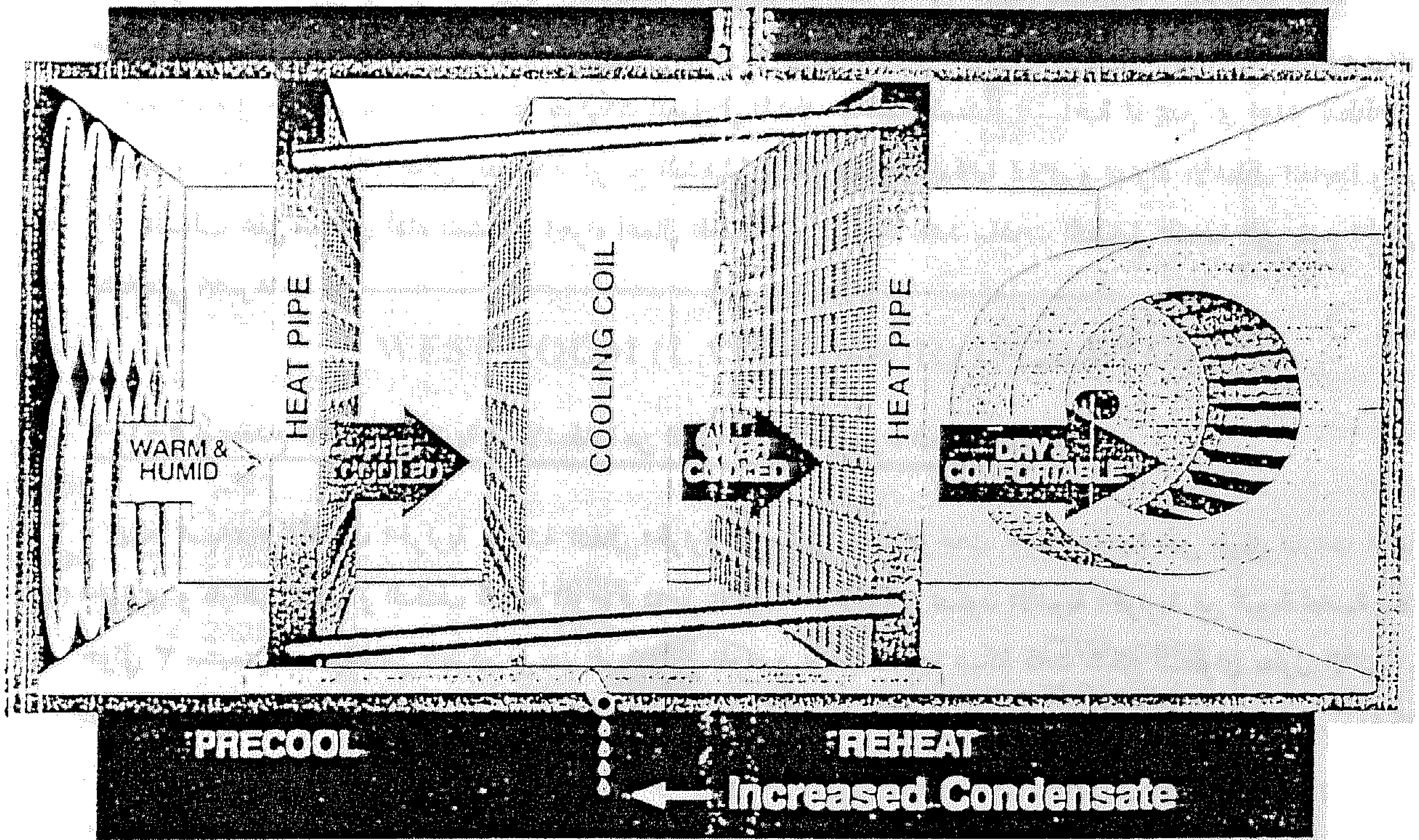
يتيح استخدام الأنابيب الحرارية إمكانية انتقال الحرارة بين مناطق ذات درجات حرارة متباينة عن طريق تيارات الحمل الحراري و ظواهر التبخر و التكثف للمائع الموجود داخل الأنبوبة الحرارية، و تتكون الأنبوبة الحرارية من أنبوبة نحاسية بقطر حوالي ٣ سنتيمتر مسدودة من الطرفين و يتم تفريغها من الهواء و يوجد داخلها شبكة ذات شكل أسطواني بطول الأنبوبة و يتم ملأها بمائع ذو درجات حرارة للتبخر و التكثف معلومتان و طبقا للضغط داخلها و بتثبيت حزمة من هذه الأنابيب بشكل مائل بين مصدر حراري ذو درجة حرارة مرتفعة و آخر ذو درجة حرارة منخفضة يتم الاستفادة من عمليات التبخر و التكثف للمائع فى انتقال الحراري بصورة سريعة و ذات كفاءة عالية حيث يتم الاستفادة من الطاقة الحرارية للتبخر و التكثف (انتقال الحرارة و الكتلة). و يوضح الشكل رقم (٢) إمكانية استخدام الأنابيب الحرارية فى الاستفادة من الطاقة الحرارية فى الهواء المطرود من الأماكن المكيفة و انتقالها للهواء الجديد النقي الداخل لوحدة مناولة الهواء.

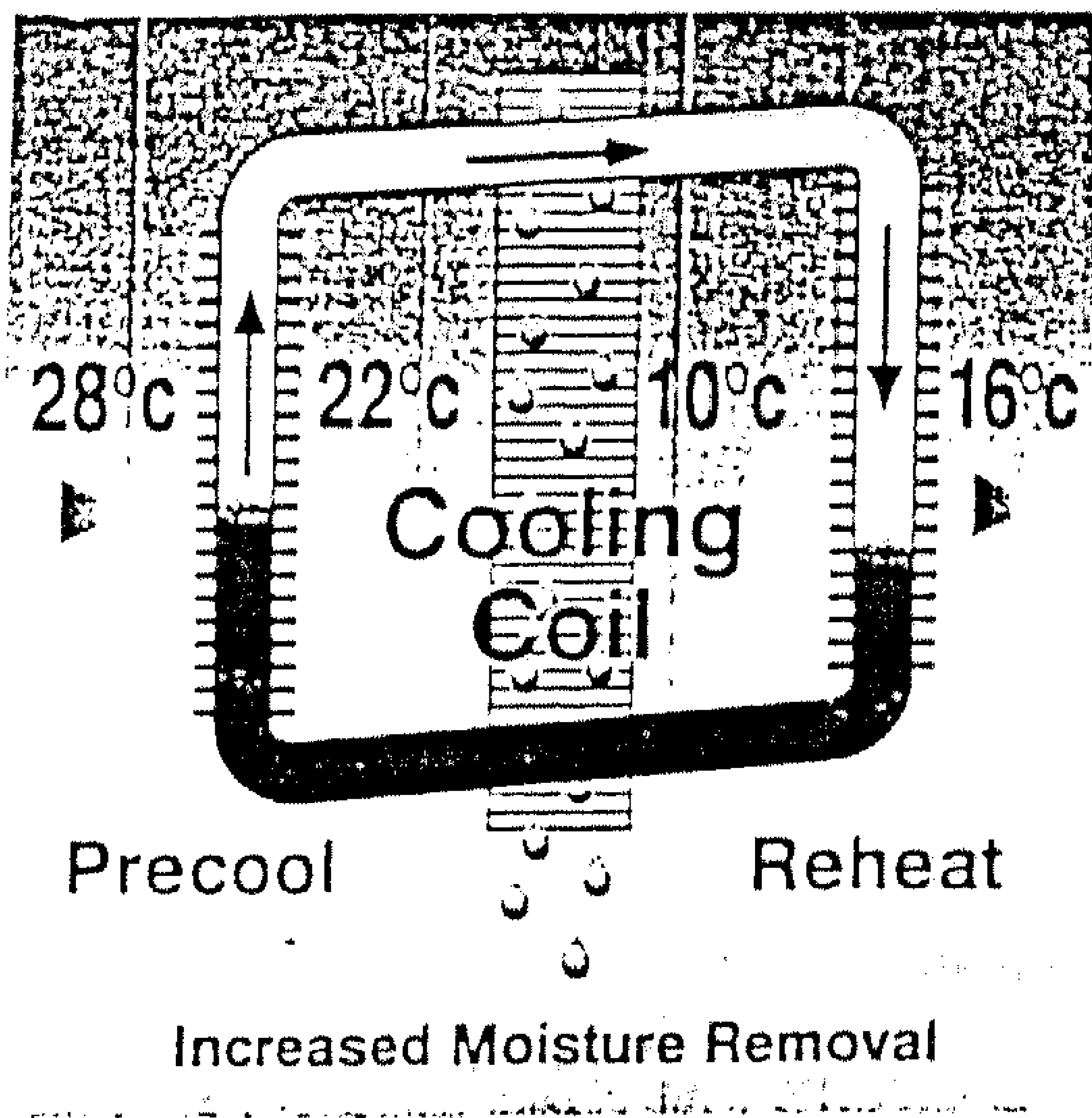
٢-٢ نظم التكييف المركزي بوسائط التبريد بالامتصاص

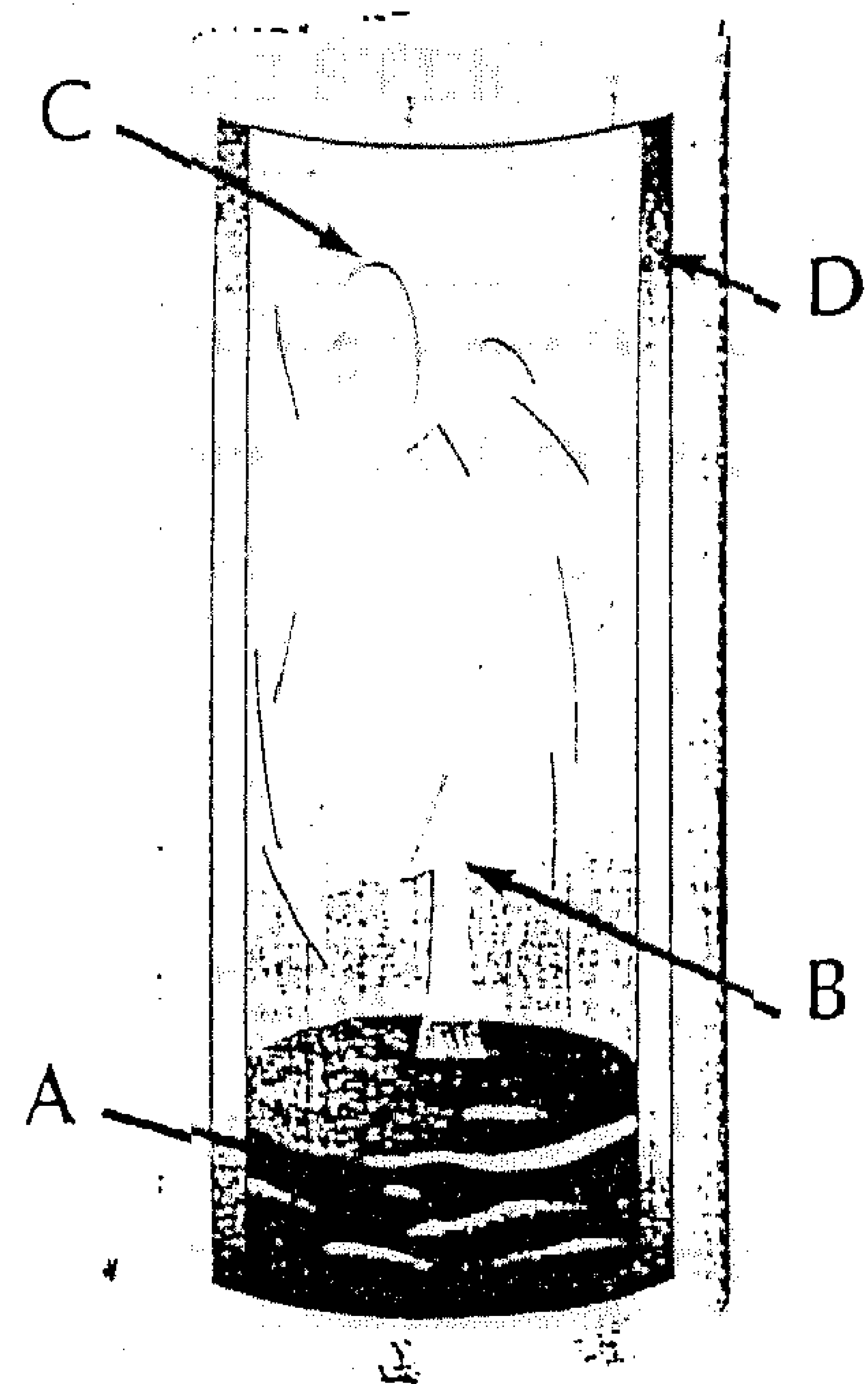
مع توفر الغاز الطبيعي و رخص ثمنه و امتداد شبكاته لمناطق شاسعة من البلاد أصبح استخدام الغاز كمصدر لإنتاج الطاقة الحرارية المباشرة ذو اقتصاديات مناسبة و غير مسبوقة بالمقارنة لاستخدام الطاقة الكهربائية لإنتاج الحرارة، و أصبح من المناسب التوجه نحو أساليب و تطبيقات تكييف الهواء باستخدام التسخين بما فى ذلك من تناقض ظاهر فى المعنى!! إذ أن فكرة أجهزة التكييف التقليدية كانت دائما مرتبطة بصوت الكمبرسور و "الفريون" كوسيط تبريد و الذى يعتبر صاحب القدر الأكبر من المسئولية فى الأضرار التى تحدث بطبقة الأوزون و لذلك تقرر عالميا (طبقا لبروتوكول مونتريال الموقع فى ١٦/٩/١٩٨٧ بشأن المواد المستنفذة لطبقة الأوزون) إلغاءه و تجريم استخدامه فى المستقبل القريب طبقا لبرنامج زمني محدد.

و قد اتجهت الأنظار إلى الاستفادة من وسائط تبريد صديقة للبيئة و أهمها خليط من عنصرين متواجدين فى الطبيعة و هما الماء و النشادر. و تؤدى أجهزة التكييف باستخدام هذا الوسيط عملها باستخدام نظرية الامتصاص و هى ظاهرة طبيعية كيميائية ، فبينما يتم دفع وسيط التبريد ميكانيكيا فى دوائر التبريد العادية بواسطة كباسات يتم دفع وسيط التبريد فى أجهزة التبريد الجديدة بواسطة التسخين و الامتصاص بأسلوب سلس و صامت تماما و يوضح الشكل رقم (٣) نموذج مبسط لنظام إنتاج المياه المثلجة اللازمة لنظم تكييف الهواء بواسطة أسلوب الأمتصاص.

HEAT PIPES FOR DEHUMIDIFICATION







شكل رقم (٢)

استخدام الأنابيب الحرارية فى الاستفادة من الطاقة الحرارية فى الهواء المطرود من الأماكن المكيفة

و اصبح استخدام الغاز الطبيعي كمصدر مباشر لإنتاج الطاقة المطلوبة فى نظم التكييف بالامتصاص هو الاختيار الأمثل لمصادر الطاقة النظيفة و الرخيصة مع الاحتفاظ بتحقيق أقصى درجات الراحة فى الأستخدام، و يصل التخفيض الناتج فى التكلفة التشغيلية طبقا للأسلوب المشار إليه ما يزيد عن ٧٠% طبقا للأسعار الحالية لشرائح استهلاك الكهرباء بالقطاع التجارى، و يوضح المرفق رقم (٣) جدول مقارنة تكاليف الأستهلاكات الشهرية (غاز/كهرباء) لنوعين من أنظم التكييف إحداهما تعمل بالامتصاص و الأخرى باستخدام النظم التقليدية بمكوناتها المختلفة من كباسات و وسائط تبريد فريون،

و امتدادا للتطبيق المقترح باستخدام نظم تكييف الهواء بأسلوب الامتصاص أمكن توفير الطاقة اللازمة للتسخين باستخدام البخار بصفته من أكثر طرق التسخين شيوعا و أفضلها اقتصاديا و بمناسبة توفر غلاية بخار بالمنشآت السياحية لخدمة أغراض التسخين بالمطابخ و المغاسل و الحمامات فانه من المناسب اقتصاديا زيادة طاقة غلايات البخار لتستوعب الزيادة المطلوبة للتسخين فى نظام التكييف بالامتصاص بالإضافة إلى توفير مصدر للتسخين فى حالة عدم توفر الغاز الطبيعي للتسخين المباشر بوحدات الأمتصاص،

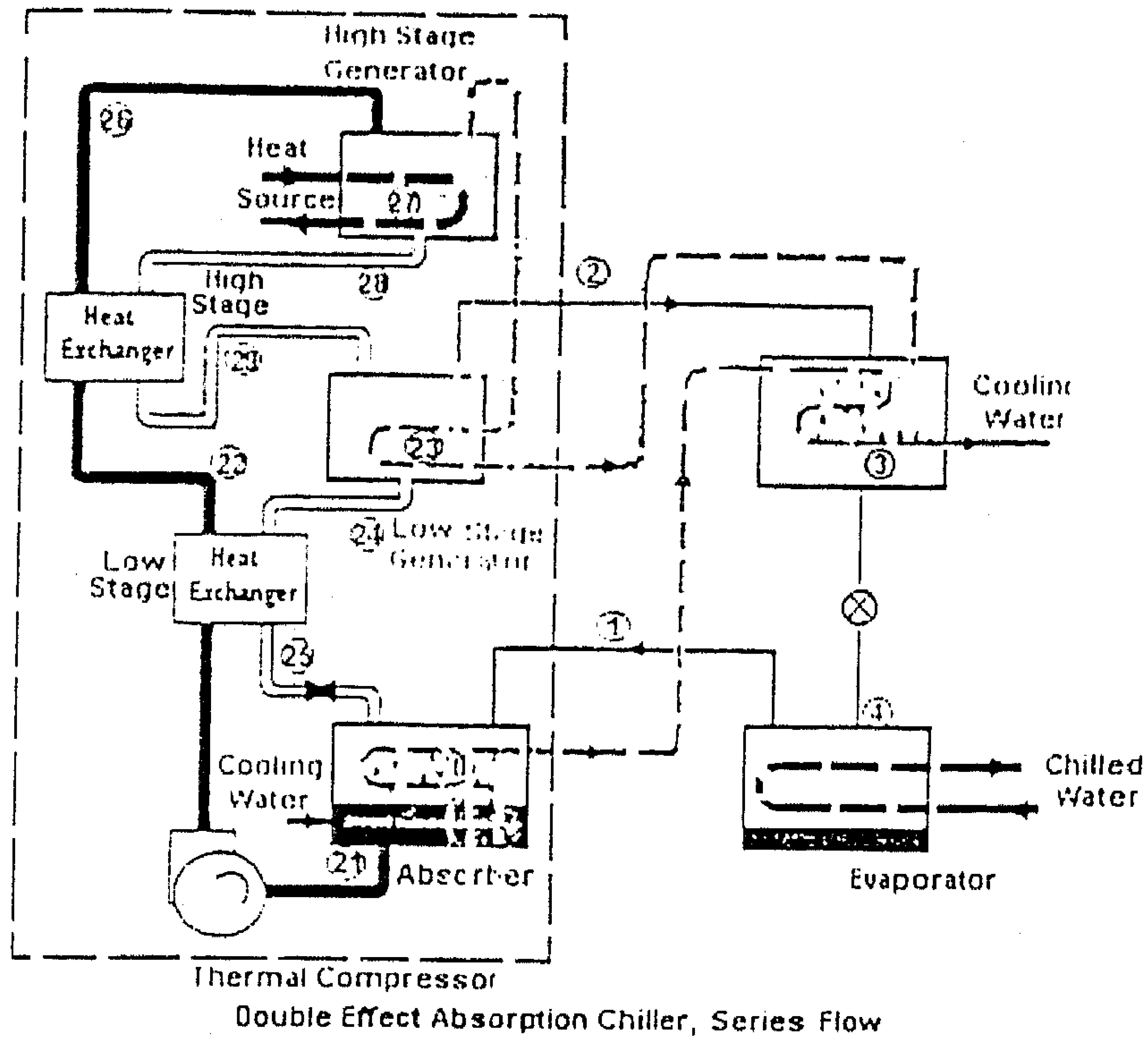
٢-٣ نظم تخزين الطاقة التبريدية لمعدات التكييف (مجمعات الثلج)

يعتبر حمل تكييف الهواء خلال فترة الظهيرة صيفا من أقصى الأحمال المتوقعة (الذروة) و قد تستمر هذه الذروة حتى فترات بعد الظهر و ربما إلى ما بعد المغرب للواجهات الغربية مما يتسبب فى ضرورة توفير الطاقة اللازمة للإنارة و التكييف معا و ربما تكون تكلفة توفير هذه القدرات باهظة و لاسيما عندما يتحمل المشروع السياحي عبأ تجهيز مولد الطاقة الكهربائية،

و من منطلق توزيع الأحمال الكهربائية المطلوبة بصورة متوازنة و بدون حدوث متطلبات (ذروة) مفاجئة أصبحت نظم تخزين الطاقة بمجمعات الثلج من أنجح الطرق الاقتصادية فى أسلوب استهلاك الطاقة الكهربائية و خلق توزيع شبه منتظم فى القدرات المطلوب توفيرها من الطاقة الكهربائية على مدار اليوم الواحد، و يتم استخدام وحدات نمطية لإنتاج المياه المثلجة اللازمة لتكييف الهواء و على أن تكون قدرتها الإنتاجية مقاربة لمتوسط الحمل اليومي للتكييف و خلال فترات الليل (أقل حمل تكييف) تقوم هذه الوحدات بإنتاج ثلج مقابل للقدرة الزائدة الغير مستخدمة للتكييف و يتم تخزين هذا الثلج فى مستودعات معزولة حراريا ليتم استخدامها فى مواجهة أحمال التكيف خلال فترات الذروة فى اليوم التالى،

و تظهر أهمية هذا النظام فى بعض التطبيقات مثل الأوبرا أو الأماكن ذات سمة التشغيل المتقطع (جزء من اليوم) حيث يتم استخدام وحدات توليد مياه مثلجة ذات قدرة مقابلة لمتوسط الحمل اليومي لفترات أطول من فترة العرض لتجهيز ثلج يتم استخدامه فى فترة الذروة و بذلك يتم تخفيض التكلفة الإنشائية الأولية و رفع كفاءة التشغيل لوحدات التكييف حيث يتم تشغيلها على الحمل الاقتصادي معظم الفترات مما يؤثر على تكلفة التشغيل بالسالب أيضا،

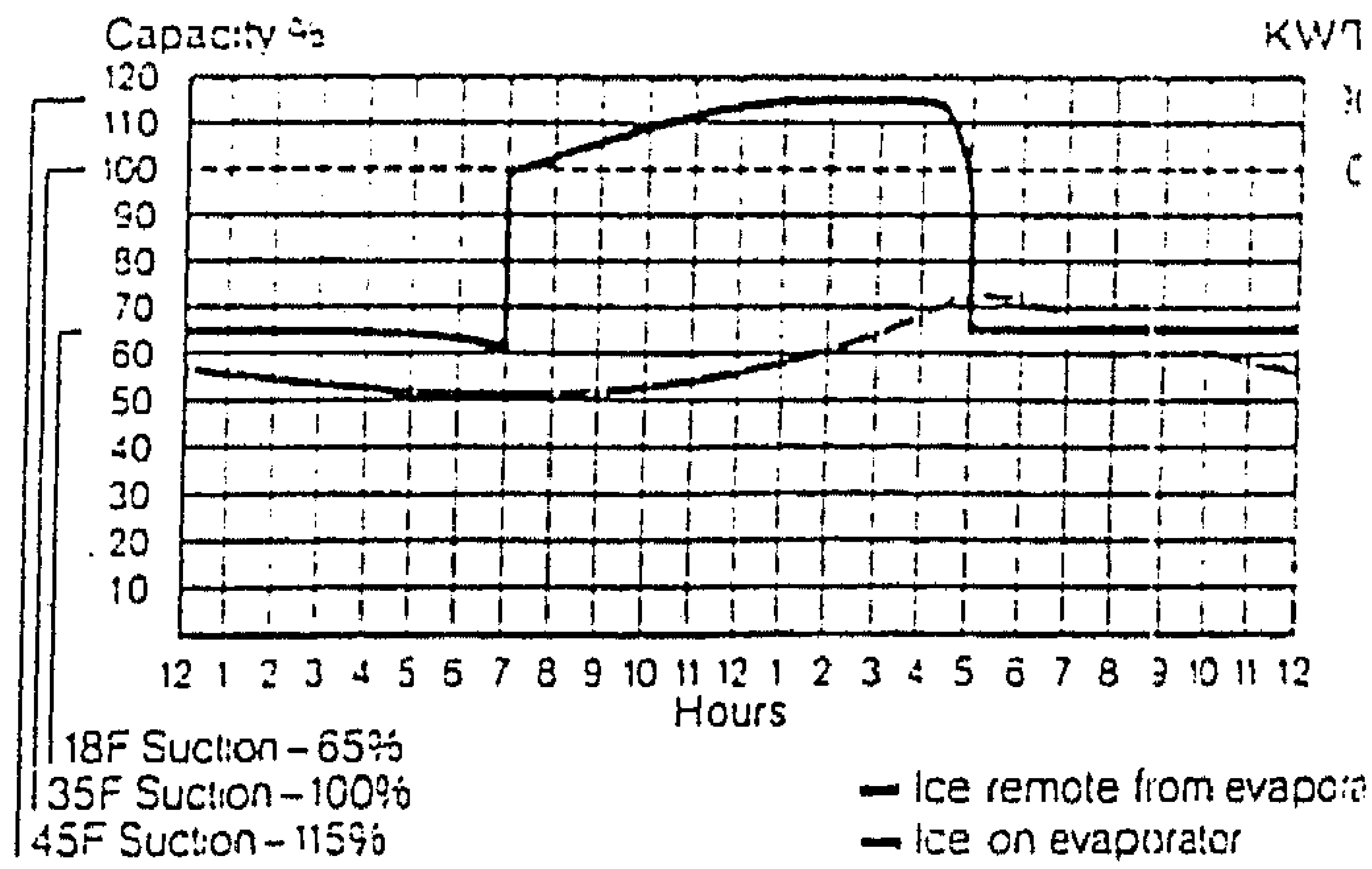
و على وجه الخصوص بالمشاريع السياحية التى تتولى تجهيز مصادر الطاقة الكهربائية بمعرفتها يؤدى استخدام نظم تخزين الطاقة بالمستودعات الثلجية إلى خفض القدرة المطلوبة لمولدات الطاقة الكهربائية بنسب قد تصل إلى ٤٠% و هى نفس نسب خفض قدرة وحدات توليد المياه المثلجة للتكييف، و يتدخل شكل منحنى أحمال التكييف اليومي فى تحديد هذا الخفض بشكل أساسي و يختلف من مشروع إلى أخر و بناء على ذلك يختلف العائد الناتج و مدة استرجاع التكلفة الاستثمارية و يوضح شكل رقم (٤) منحنى توزيع حمل التكييف على مدار اليوم و منحنى تشغيل وحدات توليد المياه المثلجة ذات القدرة المخفضة مع استخدام مجمعات (خزانات الثلج)،



Double Effect Absorption Chiller, Series Flow

شكل رقم (٣)

نموذج مبسط لنظام إنتاج المياه المثلجة اللازمة لنظم تكييف الهواء بواسطة أسلوب الأمتصاص



شكل رقم (٤)

منحنى توزيع حمل التكييف على مدار اليوم و منحنى تشغيل وحدات توليد المياه المثلجة ذات القدرة المخفضة مع استخدام مجمعات (خزانات الثلج)

٣-منهاج الحفاظ علي المفردات البيئية

أصبحت متطلبات المنظومة البيئية تمثل تحديا و محور عملا رئيسيا لكافة المشروعات التنموية لكافة القطاعات ، و مع ازدياد الوعـــي البيـــئي و أدراك الهيئات و المنظمات سواء الحكومية أو الأهلية لأهمية الحفاظ علي المفردات البيئية بات من العناصر التصميمية الحاكمة لأي مشروع علي اختلاف أهدافه و استراتيجياته البعد البيئي و تطبيقاته و توصيف سبل الحماية البيئية.

و قد عنيت الهيئة العامة للتنمية السياحية في مشروعاتها العديدة علي طول السواحل المصرية علي مراعاة هذا البعد و العمل عــلي توفير الدعم الفني اللازم و وضع منهاج بيئي لأي من المشروعات السياحية سواء العاملة منها أو تلك التي مازالت تحت الإنشــاء. و تــراعي الهيئة في أعمال المراجعة و المتابعة و التفتيش الدائم علي هذه النشاطات السياحية أن تتوافر بها مقومات المحافظــة عــلي البيــئة و دعم نشاطات التنمية البيئية لها . و يقوم الدعم الفني الذي تقدمه الهيئة لهذه المشروعات علي تطبيق مفاهيم سياحية جيدة في بيئة جيدة و نظيفة .

و ســيبين هــذا الباب من هذا البحث نشاطات الهيئة الداعمة لتوظيف التقنيات و الدراسات و التطبيقات الحديثة لخدمة قطاع السياحة في مجالات الحفاظ علي البيئة و ترشيد استهلاك الموارد الطبيعية المتاحة .

٣-١ التطبيقات و التقنيات في غزو الصحراء و عناصر السياحة البيئية

أمكـــن للهيئة العامة للتنمية السياحية من خلال مسئولياتها التي تضطلع بها أن تسهم في خلق مجتمعات حضرية و تنموية و اجتماعية علي طول الشواطئ المصرية بساحل البحر الأحمر و بشبه جزيرة سيناء. حيث قامت سياساتها المخططة و المنفذة علي توفــير مناطق و مراكز سياحية للاستثمار السياحي الفردي و الجماعي ليس فقط علي طول حزام الشواطئ و لكن أيضا شملت مناطق خلفية لم تكن مأهولة من قبل .

و لقد ساعد هذا النشاط علي ترسيخ مبادئ غزو و تعمير الصحراء و ابتكار و أضافه فرص و نشاطات سياحية جديدة و متنوعة لمميزات و عناصر الخريطة السياحية المصرية و التي لم تكن معروفة أو ممارسة من قبل.

و في إطـــار المفهـــوم البيئي الحاكم لنشاطات غزو الصحاري و تنميتها ، تم توظيف مفاهيم تنمية سياحية جديدة تخاطب متطلبات مجموعات معينة و تشجع علي ممارسة هذه النشاطات بصور لها أثرها الاقتصادي و الاجتماعي الملموس .

و مـــن هـــذه المفاهـــيم البيئية التي عنيت الهيئة العامة للتنمية السياحية علي دفعها و ترسيخها و تطويعها لظروف الطبيعة المصـــرية و الـــتي لم تكـــن لسنوات قليلة ماضية من المفاهيم المطروقة و قد كان لوزارة السياحة المصرية و هيئة التنمية الفضل لدعمها هي نشاطات السياحة البيئة (أيكولودج) .

و مفاهـــيم هـــذه السياحة البيئة تقوم علي خلق منهاج سياحي بيئي يجسد منظومة الصداقة للبيئة في كافة متطلباته و يمكن لهـــذا المفهوم تطبيقه سواء في مناطق قريبة من الشواطئ لدعم نشاطات الغوص و البحر أو في قلب الصحاري لدعم نشاطات السفاري و التريض و مراقبة الطيور و غيرها .

و يتمثل مفهوم الفندق البيئي (ايكولودج) أو السياحة البيئية (ايكو توريست) في توظيف مفردات البيئة المحيطة بالموقع لخدمة متطلباته . و ينعكس ذلك المفهوم علي كل عناصر العمل الهندسي بتصميماته أو علي خطط الإدارة له. فهذا المفهوم يتطلب توظيف العمالة و الخامات المحلية بموقع المشروع بصورة مباشرة و رئيسية و تقليل الواردات حتي من المناطق القريبة المتاحة – و تفعيل أهمية الصورة البيئة الاولي علي صورتها Virgin Environment .

و لذلك فأن اختيار أسلوب البناء و الطابع المعماري و مواد البناء كلها تخضع للقاعدة السابقة . و أيضا بالضرورة يصبح في مجالات المياه و الصرف الصحي و الطاقة أن ينهج خط تصميمي يقوم علي محاور :– الموارد المتاحة بمنطقة المشروع و أعادة التدوير و الاستخدام و ترشيد الاستهلاكات و التوفير و الحفاظ علي البيئة ووضع كل السبل لعدم الأضرار بالمصادر الطبيعية المتاحة . و بما يخدم مفهوم و مبدأ أن استهلاك المصادر الطبيعية المتاحة يجب أن يكون فقط في حدود المتطلبات لأن الأجيال القادمة قد تجد صعوبة في توفير مصادر جديدة عوضا عن المصادر التي نفذت . و يمثل المرفق رقم (٤) رسم توضيحي لمفهوم إدارة و تقليل الاستهلاك بالفندق البيئي في صورته المثلي .

و خلال السنوات القليلة الماضية رعت الهيئة نشاطات عديدة لإصدار الكتيبات و عقد الندوات و المؤتمرات الهادفة إلي الترويج لهذا المفهوم السياحي الجديد و دعمه و تنشيطه بما يخدم فرص سياحية جديدة تضاف للخريطة السياحة المصرية . ليس هذا فحسب بل تبنت الهيئة دراسات و تطبيقات هذا المفهوم و النهج في خلال منطقتي عمل و هما منطقة بحيرة قارون بمحافظة الفيوم و منطقة تطوير المركز البدوي بقطاع نويبع – طابا بخليج العقبة بجنوب سيناء . و قد مثلت هذه الدراسات و التطبيقات نماذج إرشادية للمشروعات المماثلة بما يتيح أمام المشروعات المستقبلية فرص الدراسة و التزود بخبرات التصميم و التطبيق .

و يجب أن لا نغفل دور بعض الجهات الأجنبية العاملة بمصر و العاملة تحت مظلة و رعاية الهيئة العامة للتنمية السياحية مثل البرنامج الأمريكي أو الياباني و غيرهما و اللاتي كان لها إسهاماتها في إصدار الدراسات و الكتب الإرشادية و دلائل التطبيقات و المراقبة البيئية و تطبيقاتها لكي تكون تحت تصرف المنتفعين بها بالمشروعات الجارية .

٣–٢ تطبيقات الترشيد Water Conservation

أن مفهوم الترشيد Water Conservation لاستهلاك المياه أصبح بالغ الأهمية ليس لبعده البيئي فحسب و لكن لما يمثله من بعد اقتصادي ذو أهميه بالغة أيضا. فالنظرة البعيدة الأمد تتطلب منهجا تطبيقيا مخططا له بعناية و يراعي به كافة المتطلبات التنفيذية المطلوبة. و لقد أزداد الإدراك لمفهوم الترشيد مع ازدياد عمق الممارسة للنشاطات السياحية و تراكم الخبرات في هذا المجال خلال الخمسة عشرة الماضية بعد أن كانت الخبرات المتاحة نادرة و قليلة أو في الأغلب منقولة بما لا يراعي الظروف التشغيلية بمصر و محدداتها .

أن ترشيد الاستهلاك و بخاصة في قطاع المياه سيعني مباشرة و بالتبعية تقليل التلوث Pollution Prevention و تقليل كمية المياه في صورة صرف صحي و تقليل متطلبات معالجته و التعامل معه . و قد وضعت العديد من الدراسات التي أنتجتها الهيئة و تطبيقات المتابعة و التفتيش المتبعة العديد من عناصر الترشيد التي يتطلب لكل مشروع تبعا لظروفه التطبيقية الخاصة به تحديد أولوياتها و عناصرها .

و تشـمل هـذه العناصـر علي سبيل الذكر لا الحصر مبادئ استخدام عناصر التشغيل الأمثل و الملائم للمستهدف من مكونات نظام المياه التي تتيح الغلق المباشر أو الغلق المتحكم فيه لكل نقاط تصرف المياه المتوفرة سواء في أغراض النظافة العامة أو بدورات المياه أو المغاسل أو المطابخ و كذلك في متطلبات نظم الري للمسطحات الخضراء .

و مـن ذلك استخدام محابس ذات إمكانية تحكم و غلق و أجهزة تشغيل بتقنية حديثة في المراحيض و دراسة إمكانية فصل المـياه السوداء عن المياه الرمادية Black and Gray Water لتقليل كمية المياه المتجهة لأعمال المعالجة (السوداء) و تدويـر المـياه الرمادية أو استخدام مياه طرد محطات التحلية Brine Water لأغراض تشغيل دورات المياه أو في غسيل الأواني و غيرها من النشاطات و أيضا استخدام رشاشات أو منقطات لشبكات الري و غيرها من تطبيقات التدوير و الترشيد.

٣-٣ تقنيات المعالجة و التحلية المتبعة

نظـرا لأن مـناطق التنمية السياحية و التي تخضع لأشراف الهيئة العامة للتنمية السياحية تقع علي طول السواحل المصرية بالـبحر الأحمر و بشبه جزيرة سيناء و نظرا لأن هذه المناطق ظلت لفترات طويلة و مازالت إلا فيما ندر ، تعاني من قلة مرافق البنـية الأساسـية بهـا من أعمال تغذية بالمياه و الصرف الصحي و معالجتهما . فلقد أخذت الهيئة علي عاتقها أن تكون هذه الاحتـياجات مـن متطلبات التنمية الرئيسية التي يلتزم بها المستثمرين سواء علي صعيد الاستثمار الفردي أو الجماعي ألا إذا توافـرت هـذه المصادر من خلال خطط تنمية حكومية أخري كما هو الحال في أجزاء من رأس سدر و أجزاء من الغردقة و غيرها حيث تتوافر المياه النقية من خلال شبكات التغذية الحكومية .

و قـد أدي هـذا النهج في توفير بنية أساسية تتمثل في شبكات مياه شرب و صرف صحي و كذلك محطات تحلية مياه و محطات معالجة الصرف الصحي باستثمارات عملاقة بكل هذه المناطق بما أدي لخلق تجمعات حضرية حولها و كان له مدلوله و بعده الاجتماعي الواضح من خلق فرص عمل جديدة و رفع مستوي المعيشة و تحويل محافظات و مناطق غير منتجة و مستوردة إلى مـناطق دخل قومي ، و قد تم ذلك بدون التحميل علي ميزانيات الدولة و خططها بأية أعباء إضافية بل أضافت إلى موارد الدولة من المصادر الجديد و من الإمكانات المزيد .

و تبلغ قيمة الاستثمارات في مجالات التغذية بالمياه و الصرف الصحي قرابة ٩٥٠ مليون جنية مصري تم ضخها في صورة استثمارات مباشرة و غير مباشرة في عروق الاقتصاد القومي خلال فترة الثمانية سنوات الأخيرة.

و تحـرص الهيـئة مـن خلال إداراتها الفنية كإدارة البنية الأساسية علي التحقق من توافر المقومات الفنية و الهندسية في المشروعات السياحية سواء خلال مراحل الترخيص و المراجعة و الاعتماد أو خلال مراحل المراجعة علي الطبيعة للمشروعات تحت الإنشاء أو الجاري تنفيذها .

حيث يتم خلال مراحل اعتماد الرسومات الهندسية التحقق من كفاءة و كفاية التصميم لمتطلبات المشروع طبقا لقواعد و اشتراطات الهيئة و يتم التأكد من عناصر التصميم المختلفة من شبكات و أعمال تخزين و رفع و كذلك محطات تحلية و معالجة لمـياه الصـرف الصحي ، كما يراعي أثناء الزيارات الميدانية من التحقق من توافر المعايير الهندسية المثلي للتنفيذ بالمشروعات تحـت الإنشـاء و كذلك من التحقق من توافر المعايير الفنية للتشغيل للمشروعات العاملة . و يشمل هذا البعد ليس وحده المتطلبات الهندسية و لكن أيضا المعايير البيئية .

و قـد وضعت الهيئة أسس و قواعد تحديد متطلبات المياه و كميات مياه الصرف الصحي المتوقعة و التي يجب علي أساسها تصميم محددات المشروع من شبكات و محطات و خلافه . و من التقنيات الشائعة الاستخدام الاعتماد علي نظم التحلية بأسلوب التناضح العكسي Reverse Osmosis (مرفق رقم ٥ يوضح دياجرام للنظام) في تصميم و تنفيذ محطات التحلية و بمراعاة الاشتراطات البيئية من حيث الموقع و مكان أبار السحب و ابار الطرد و معدلات الطرد و غيرها . و كذلك فأن محطات معالجة مياه الصرف الصحي تعتمد علي تقنيات نظام الحمأة المنشطة سواء بالطريقة التقليدية Conventional أو ذات التهوية الممتدة Extended Aeration (مرفق رقم ٦ يوضح دياجرام للنظام) أو غيرها من التطبيقات المختلفة التي أثبتت نظريا و عمليا كفاءة في التشغيل و قلة في الاستهلاك كمتطلبات طاقة و متطلبات تشغيل و صيانة Running Costs for Operation and Maintenance.

٣-٤ الخلاصة و الخطط المستقبلية

أن فترة التطبيق الماضية ، التي تخطت خمسة عشرة عاما ، قد أكسبتنا جميعا كمسئولين عن برامج التخطيط و التطوير أو كمستثمرين العديد من الخبرات المتراكمة التي أتاحت التعلم من تجارب الآخرين و من تجاربنا الخاصة ، و أصبح لدينا منهاج عمل واضح لدفع العمل و النشاط السياحي و تطويره بصورة تخدم الحاضر و المستقبل . و قد جاء البعد البيئي و أضحت مفرداته ذات بعد محوري لتشكيل منظومة العمل المتكاملة و الناجحة و بخاصة مع تزايد الإدراك و الوعي لمتطلباته .

و يقوم المنهاج المتبع علي توظيف كافة التقنيات الحديثة و التي سبق ذكر بعضها و ليس حصره في مجالات ترشيد الطاقة و كذلك ترشيد استهلاك المياه و أعاده الاستخدام و التدوير و أتباع تقنيات مقبولة فنيا و هندسيا في تكنولوجيات محطات التحلية و المعالجة و أيضا تبني أفكار جديدة مثل الفندق البيئي و تطبيقاته و خطط الحفاظ علي البيئة قد أتاح تكوين خط العمل لتطويع الحالي لخدمة المستقبل بما يضمن تحقيق الأهداف المرصودة للعمل السياحي كقطاع منتج في الاقتصاد القومي المصري .

٤- المراجع:

-كتاب جمعية مهندسي التكييف و التبريد الأمريكية (ASHRAE)

-دليل الأيكولودج : الهيئة العامة للتنمية السياحية

-برنامج الإدارة البيئية - مشروع التنمية المستدامة بالبحر الأحمر / الهيئة العامة للتنمية السياحية

٥- شكر و تقدير

يتوجه فريق البحث بالشكر العميق للسيد الدكتور مهندس / عادل راضى رئيس الجهاز التنفيذي للهيئة العامة للتنمية السياحية لصادق تعاونه و جهوده لإثراء البحث بكافة البيانات و الإحصائيات الواردة عن المشروعات السياحية التى تم الاستعانة ببياناتها فى دراسة الحالة بهذا البحث .

و وافر الشكر لكل من السادة المهندس/ مجدى مسعد فايد و المهندس/ محمد السيد محمود و المهندس/ ياسر على حسن و المهندسة / لمى مسعود أحمد و الأستاذة/ عبير عبد الرحمن على تعاونهم مع فريق البحث .

مرفق رقم (١)

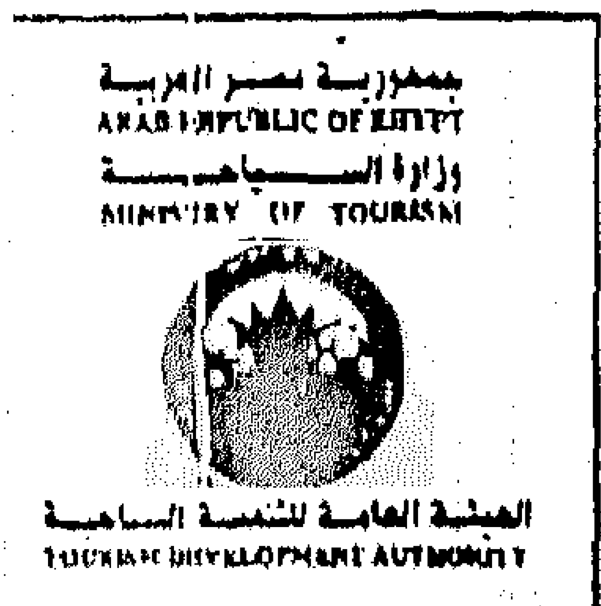
خريطة توزيع مناطق قطاعات التنمية السياحية المختلفة بالبلاد

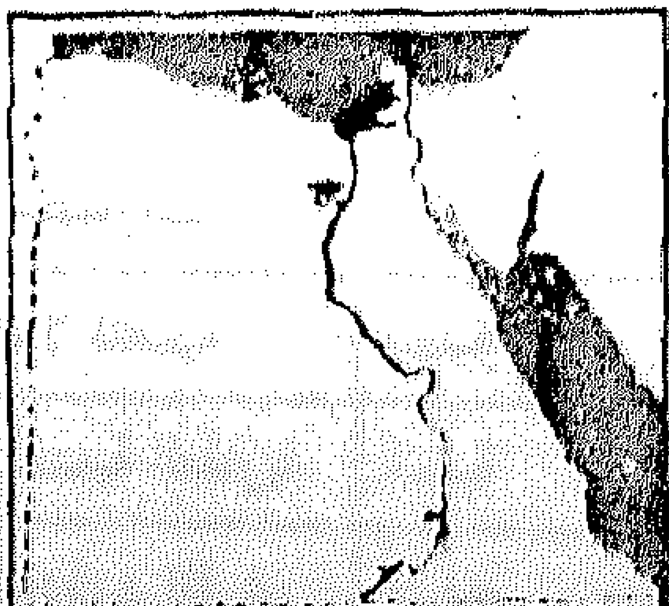
جمهورية مصر العربية

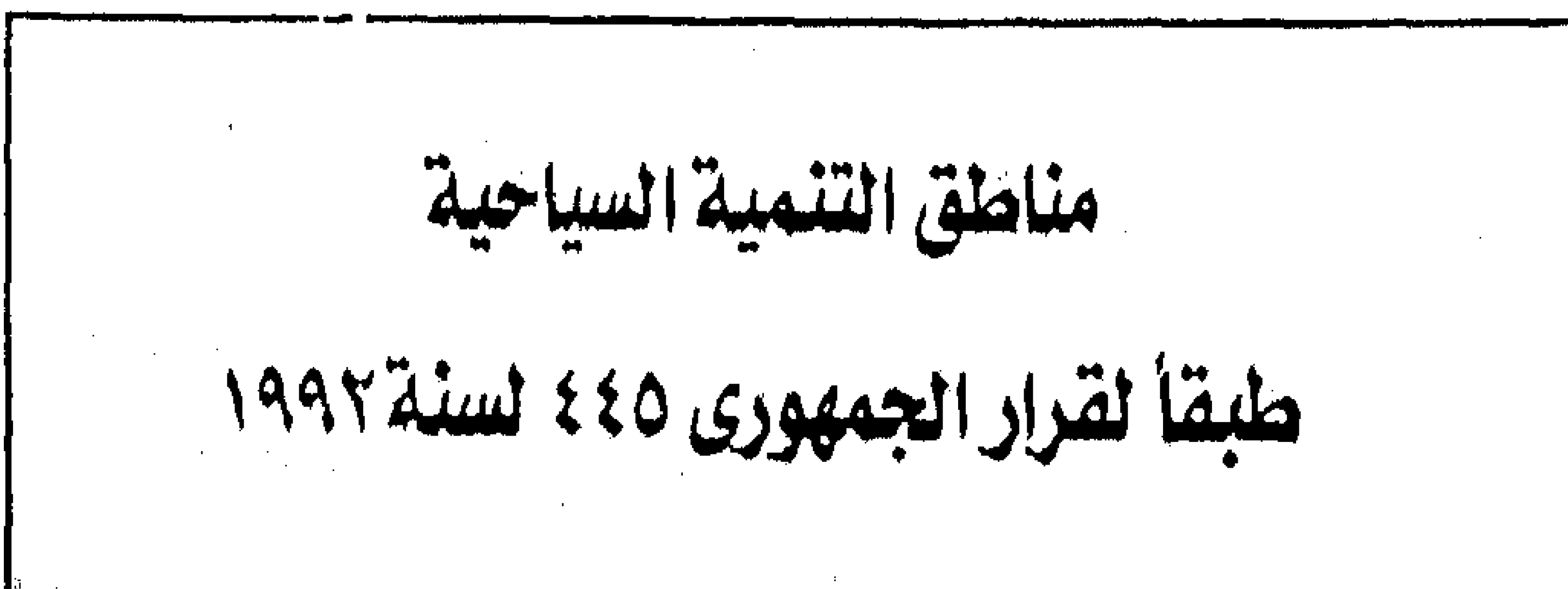
المملكة الأردنية الهاشمية

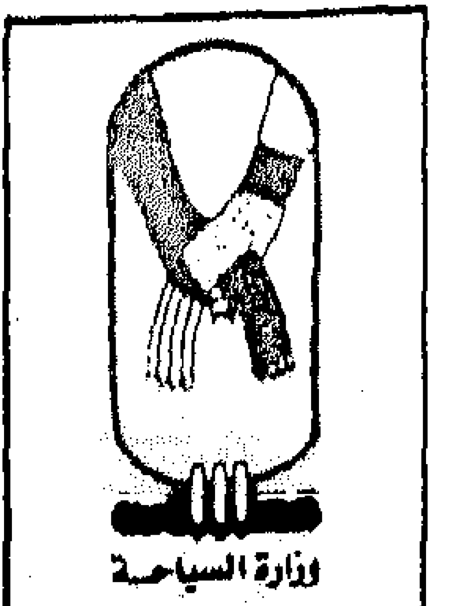
المملكة العربية السعودية

جمهورية السودان الديمقراطية









مرفق رقم (٢)

حصر عام لأبرز المشروعات الجاري تنفيذها تحت أشراف الهيئة العامة لتنمية السياحة

مع بيان للقدرات الاستيعابية للطاقة الفندقية و متطلباتها من الطاقة الكهربائية و المياه

أ - مشاريع التنمية المحدودة

أسم الشركة	المنطقة	أسم المشروع	الطاقة الكهربائية ميجا وات	تقديرات مياه الشرب متر مكعب/يوم
سارية للتنمية السياحية	القصير	سارية ريزورت	٢ ميجا	٣٧٠
سرينا بيتش	القصير	موفنبيك	٥ ميجا	٢٣٠
سراج حويدق	القصير	يوتوبيا بيتش	٠.٥	٧٥
المصرية الأوروبية للسياحة	الغردقة	ألف ليلة و ليلة	١,٨	٣٠٠
بينانى للتنمية السياحية	الغردقة	قرية عزبة الأفندى	١,٥	١٠٠
شركة وينجز للفنادق	الغردقة	بالم بيتش ريزورت	١,٢	١٧٥
كيميدار للسياحة	الغردقة	قرية جولدن ايجيت بيتش كلوب	٢ ميجا	٤٢٠
أن أر للتنمية	الغردقة		٢,٥ ميجا	٣٥٠
شركة أوبروى الغردقة	الغردقة	منتجع أوبروى	١,٨ ميجا	٢٠٠
الأهلي للتنمية العقارية	سهل حشيش	فندق ايبروتيل	١	٢٠٠
بيراميزا للفنادق و القرى السياحية	سهل حشيش	فندق بيراميزا	١,٨	٢٦٠
شركة هارموني	أبو المخادج	مشروع هارموني	١,٣	٢٧٥
المهندسون المصريون للتنمية السياحية	أبو المخادج		١,٦	٣٢٠
طوبيا للتنمية السياحية	طابا	طابا أن	١	٦٠
مجموعة جزيرة للاستثمار	طابا	فندق و منتجع	٥,٥	٤٣٠
اماركو للاستثمار	طابا	ارمانيوس ريزورت	١,٧	٣٠٠
شركة الفتوح للتنمية السياحية	طابا	لاجونا طابا	٦	١٠٠٠
جنوب سيناء للقرى السياحية	طابا	منتجع وادى الحاشي	٢,٥	٤٠٠
جوى لاند تورزم	طابا	قرية جوى لاند	١,٧٥	١٧٥
شركة سردينيا أيجيت	العقبة	منتجع سردينيا	٢,٢	٣٥٠
بريمير للاستثمارات	العقبة	طابا باراديس	٥,٢	٤٥٠
شركة لابرلا للتنمية	العقبة	منتجع طابا السياحي	٤	٣٧٠
الأرضي للتنمية العقارية	العقبة	منتجع الشاطئ الوردي	٤,٥	٥٥٠
نيتون للفنادق و القرى	المراخ	سي ستار بيتش	٢,٥	١٠٠

ب – مشاريع التنمية المتكاملة

أسم الشركة	المنطقة	أسم المشروع	الطاقة الكهربائية ميجا وات	تقديرات مياه الشرب مترمكعب/يوم
المصرية للمنتجعات السياحية	البحر الأحمر	تنمية مركز سهل حشيش	١٩	٩٠٠٠
أبو سومة	البحر الأحمر	أبو سومة	١٢	٤٥٠٠
شرم البحر الأحمر	القصير/مرسى علم	الشرقيون كوست	٦	٥٠٠ مرحلة أولى
خليج مكادى	البحر الأحمر	خليج مكادى	٧	١٠٥٠
المالحة للخدمات السياحية	خليج العقبة	رواد دهب السياحي	٩	٣٦٠٠
مرتفعات طابا	العقبة	تنمية مركز الحميرا	٤٠	٤٠٠٠ (مرحلة أولى)
المنتزة للسياحة و الاستثمار	العقبة		٣٢	١٠٠٠٠
شارمنج شارم	العقبة	تنمية شرم الشيخ الجديدة	٥٠	٦٠٠٠ (طاقة نهائية ٣٣٠٠٠)
طابا	العقبة	منتجع شاطئ طابا	٣٠	٦٠٠٠

مرفق رقم (٣)

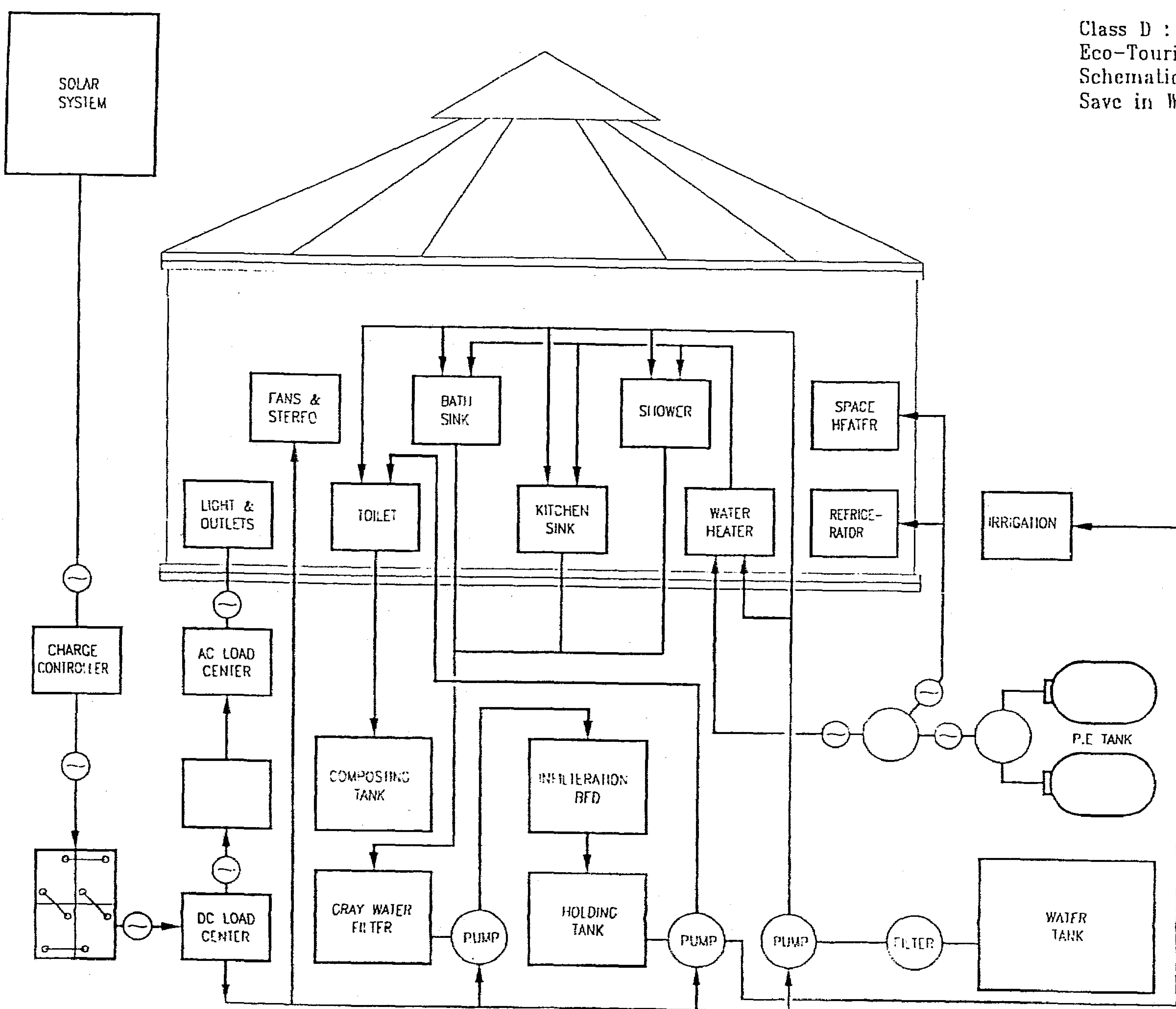
مقارنة تكاليف الأستهلاكات الشهرية (غاز/كهرباء) لنوعين من أنظم التكييف إحداهما تعمل بالامتصاص و الأخرى باستخدام كباسات و وسائط تبريد فريون

الوصف	الفئة	أجهزة تكييف نظام امتصاص و التسخين بالغاز الطبيعي	أجهزة تكييف بالنظام التقليدي (بالكهرباء)
قدرة التبريد	كيلو وات/ساعة	١٧١	١٦٨
استهلاك الكهرباء	كيلو وات/ساعة	١و٦	٨٣
استهلاك الغاز الطبيعي	متر مكعب/ساعة	٢٥	----
ساعات العمل الشهرية	ساعة	١٥٦	١٥٦
تكاليف إجمالي استهلاك الكهرباء			
٤٥ قرش/كيلو وات (تجارى)	جنيه مصري	٥٧٥و٧	٥٨٢٦و٦
١٨ قرش/كيلو وات(صناعي)	جنيه مصري	٢٣٠و٣	٢٣٣٠و٧
تكاليف إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي			
٣٠قرش/متر مكعب(تجارى)	جنيه مصري	١١٧١	-----
١٤قرش/متر مكعب(صناعي)	جنيه مصري	٥٤٦و٩	-----
إجمالي استهلاك الطاقة الشهري			
تجارى	جنيه مصري	١٧٤٦و٧	٥٨٢٦و٦
صناعي	جنيه مصري	٧٧٧و٢	٢٣٣٠و٧

و عليه فان أجهزة تكييف الهواء بالامتصاص توفر من إجمالي تكاليف التشغيل بالمقارنة للأجهزة التي تعمل بالكهرباء نسبة :

- تجارى : ٧٠و٠٠ %
- صناعي : ٦٦و٦٥ %

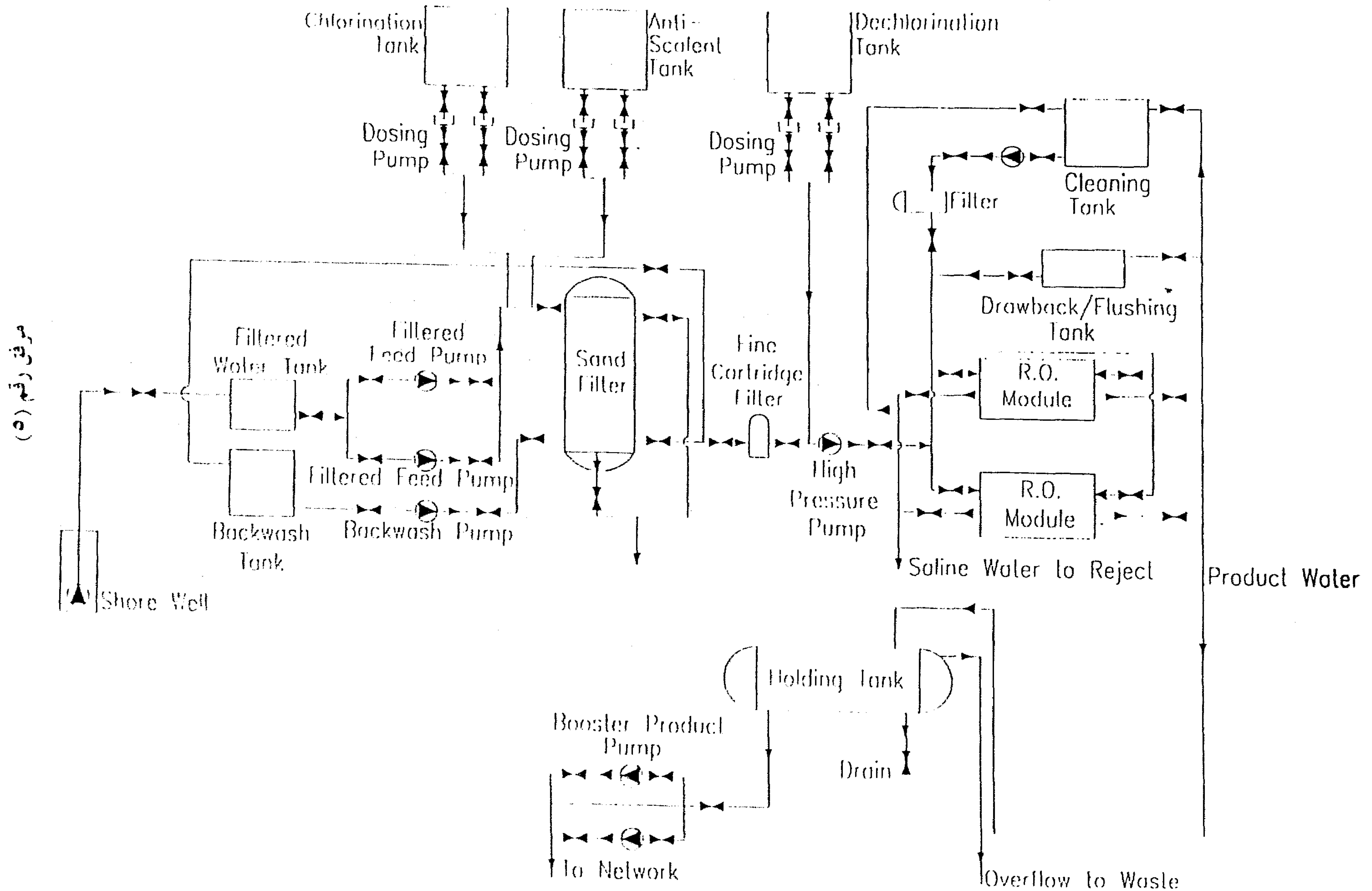
مرفق رقم (٤)



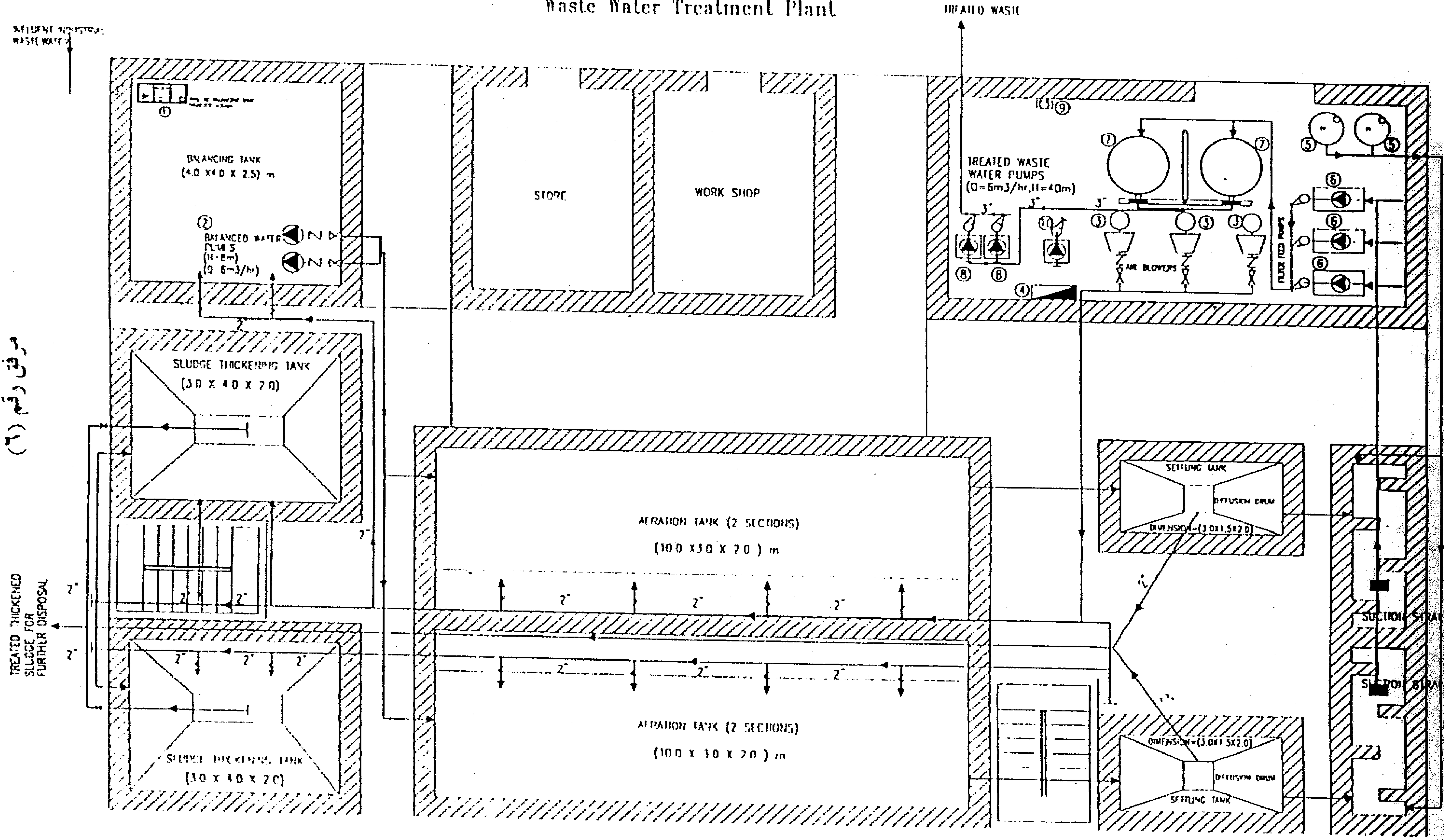
Class D :
Eco-Tourist, Eco-Lodge
Schematic Presentation.
Save in Water and Energy.

مرفق رقم (٥)

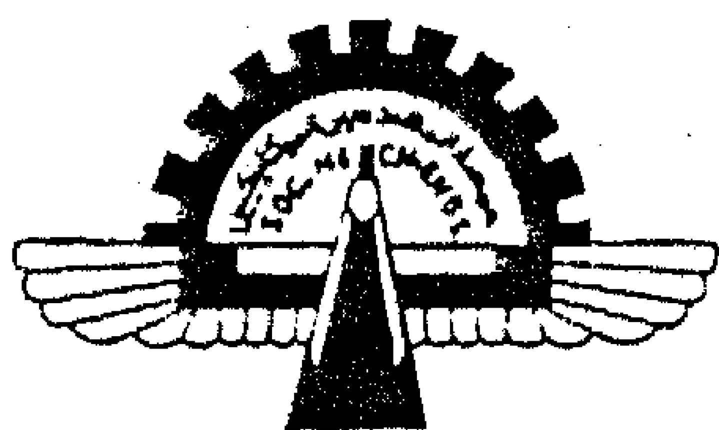
Class B/C : Desalination System Flow Diagram "R.O."



مرفق رقم (٦)


Class B/C :
Schematic Presentation
Waste Water Treatment Plant
TREATED THICKENED SLUDGE FOR FURTHER DISPOSAL
BALANCING TANK (4.0 X 4.0 X 2.5) m
BALANCED WATER PUMPS
STORE
WORK SHOP
TREATED WASTE WATER PUMPS (Q=6m3/hr, H=40m)
AIR BLOWERS
FILTER FEED PUMPS
SLUDGE THICKENING TANK (3.0 X 4.0 X 2.0)
AERATION TANK (2 SECTIONS) (10.0 X 3.0 X 2.0) m
SETTLING TANK
DIFFUSION DRUM
DIMENSION=(3.0X1.5X2.0)

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع

5/5

الموارد البشرية. هل نحن جادون بشأنها ؟

مهندس / لطفى مزهر

HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT
ARE WE SERIOUS ABOUT IT?

Lotfi A. Mazhar

Executive Director
Federation of Egyptian Industries

SUMMARY

Human quality and competitiveness. How to build a corporate HRD strategy?. Implementation of the individual development plan. Human Resources Management. Example for development trade skill standards on a national level.

INTRODUCTION:

Education and training remain a supply based government policy.
The result:

- An over supply in the employment market and mismatch between labour supply and demand
- Retraining and orientation for the needed jobs have become the responsibilities of the employer
- The result is higher cost for the employer and in turn to the total economy

HUMAN QUALITY AND COMPETITIVENESS

- Is the human quality a factor in building the country and enterprise competitive advantage?

- The level of competitiveness in the New World economy is highly dependent on the level of human intellectuality and skills within the competing economies.
- Human intellectuality and skills are an outcome of quality in education and continuous training, and both are the responsibility of the social partners (government, employers and labour)

HOW TO BUILD A CORPORATE HRD STRATEGY?

- HRD strategy is part of a business strategy, which identify the strategic business objectives in a time frame between 7 to 10 years.
- The needed human resources quality and number can then be identified.
- Benchmarking with best performing competitor is recommended.
- Periodic review and update of the existing organization structure, manning level, and qualities to ensure consistency with the business strategy.
- Periodic assessment of current human resources and identify the gaps in needed skilled and jobs.
- Develop a corporate development plan for the employees covering:
  - Job orientation
  - Rotational assignments
  - On-job training and outside training

- Develop a career development plan for high potential personnel.

IMPLEMENTATION OF THE INDIVIDUAL DEVELOPMENT PLAN

- Based on the employee annual performance assessment, identify the required training based on the gaps in skills knowledge and his career development plan.
- Draw a time schedule for each individual development plan to avoid any conflict with the normal working needs.
- Identify the training providers (in-house or outside institutions) after selecting the appropriate development program.
- Based on the feedback assessment of the training effectiveness, development / training plan can be adjusted.

HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

- Human resources should be placed as high as the functional departments in the organization, as it has an important role in achieving the organization strategic objectives as the other functions have.
- HR should have clear duties and responsibilities.
- Setting up an optimum organization structure congruent with the corporate strategic objective.
- New recruitment is dictated by:
  - Enriching the organization with skills required
  - Replacing existing personnel with higher quality people to upgrade the total quality of the organizational performance
- Promotions are important for a number of reasons of which:
  - Rewarding the high performers
  - Capacity of the incumbent employee exceed current job requirement
  - Better use of resources

- Timely revision of the organizational structure to maintain optimum manning level (needed skills at optimum cost) without compromising efficiency and effectiveness.
- Maintain a competitive compensation package within the relevant competing employers market.
- Coordinate an annual performance appraisal for all employees, recommend annual salary increases, promotions, and benefits packages revisions.

- Annual review of employees' development plan to ensure continuity of capacity upgrading of the organization.

EXAMPLE FOR DEVELOPMENT TRADE SKILLS STANDARDS ON A NATIONAL LEVEL

Educational training system

A four-year project commenced in November 1999 aiming to change the vocational training system from a supply driven to a demand driven system.

Trade skills standards

Develop skills standards by representation from various trade sectors under the umbrella of the Federation of Egyptian Industries from which appropriate curriculum and qualification system can be derived to meet the present and future needs of Egyptian industry. The development of the skills standards uses the functional analysis method.

Process

- Review existing Egyptian and European systems, standards and assessment methodology.
- Prepare a generic framework methodology and format for developing Egyptian standards
- Functional Map -----▶ Identify skill standards -----▶ develop the skill standards
- Adopt existing standards and develop new ones for the identified trades

CONCLUSION

- Human resources quality is not only a key in building the competitive advantage of the enterprise but also in building the competitiveness of the whole country.
- Human resources development should receive serious attention of the government, employers and trade unions, and should identify their future employment needs in terms of professional quality level and skills.
- Educational and training institutions should respond and plan for these needs.
- Business associations and trade unions should play a key role in identifying future needs on new trade skills and to coordinate with the relevant vocational training centers.

السيرة الذاتية

C.V.

- المدير التنفيذى – اتحاد الصناعات المصرية.
- المدير السابق لشركة اسو للبترول.

تطوير الموارد البشرية : هل نحن جادون عنها

ملخص البحث

م. لطفى مزهر

المدير التنفيذى – اتحاد الصناعات المصرية – القاهرة

- جودة الفرد والمنافسة.
- كيف يتم بناء استراتيجية للموارد البشرية.
- تطبيق خطة التطوير للفرد.
- ادارة الموارد البشرية.
- مثال لتطوير مستوى المهارة المهنية على المستوى القومى.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوچيا مندمجة

6

مقدمة تمهيدية

مهندس / حسن نور الدين الجبالى

الجلسة الخامسة

((الهندسة الميكانيكية واحتياجها إلى تقنيات مندمجة))

مهندس / حسن الجبالى

مقدمة :

الهندسة الميكانيكية مهنة بالغة القدم يرجع تاريخها إلى حين بدأ الانسان يلتمس معونة الآله فى أداء الأعمال التى تفوق مقدرته الجسمانية ليحصل على غذائه وكسائه وسائر حاجاته ، وابتكر لذلك أنواعا من الآليات البسيطة لتعينه على الصيد والزراعة والصناعة والقتال والنقل والبناء وكان المصريون القدامى رواد هذه الابتكارات الأولى بلا منازع . ومنذ هذا العهد الأول للهندسة الميكانيكية دأبت على التطور المستمر فانتقلت بعد هذه العهود الأولى إلى استخدام الطاقات الطبيعية المتجددة لتسيير السفن والطحن والعصر والتجفيف . ثم بدأ التحول الخطير فى القرن الثامن عشر الذى أكسب الهندسة الميكانيكية أسمها الحالى وهو تحويل طاقة الوقود الحرارية إلى طاقة حركة.

ومنذ ذلك العصر الذى اتسم بابتكار الآله البخارية ، تسارع التقدم والتطور فى الهندسة الميكانيكية وظهرت تقنيات جديدة ومتلاحقة فى القرنين التاسع عشر والعشرين. وفى منتصف هذا الأخير بدأ ممارسو الهندسة الميكانيكية يشعرون بإحتياجهم إلى الاستعانة ببعض التقنيات الأخرى التى تطورت أيضا لتصبح ذات فائدة كبيرة حين تندمج مع الهندسة الميكانيكية وقد استمر هذا الاندماج فى التقدم والتطور حتى عصرنا هذا وما زالت أمامه آفاق مستقبلية حتى أصبحت التكنولوجيات المندمجة بحق هى سمة العصر معززه بحركة اندماج العلوم التى سايرتها وعاصرتها ، ومن أمثلة اندماج الهندسة الميكانيكية مع التقنيات الأخرى :

١. الاندماج مع الهندسة الكيميائية وقد ظهرت بادئ الأمر فى دراسات الاحتراق الداخلى والخارجي وتطورت إلى توليد الطاقة الكهربائية مباشرة بواسطة خلايا الوقود وجميع هذه الأعمال ما زالت فى تقدم مستمر.

٢. الاندماج مع الهندسة الكهربائية التى بدأت بالآلات والأجهزة الكهربائية للحركة وتحويل القدرة ، ومن أبرز معالمها فى الألفية الثالثة المركبات الكهربائية والمندمجة التى بدأت تغزو الأسواق.

٣. هندسة المواد وكان لالتقائها مع الهندسة الميكانيكية أكبر الفضل فى تطوير المحركات التوربينية والصواريخ ومعدات الفضاء.
٤. الهندسة الإلكترونية وقد كان لاندماجها أثر كبير فى تطوير انظمة الهندسة الميكانيكية فى مجالات التشغيل او التحكم . ويعد هذا الاندماج اكثر الانواع نمطيه وتطوراً وتحول الى تقنية جديدة لها اصولها وقواعدها واطلق عليها (الميكاترونيك).
٥. هندسة الحاسبات (الحاسوبات) بنوعيها الالى والبرمجى وما لها من اثر كبير بالاخص فى هندسة التحكم والتى ساعدت على اختصار كبير وزيادة الفاعلية لمعدات التحكم . وقد اصبح من النادر ان تخلو اى انظمة ميكانيكية حديثة من معدات الحاسوب.
٦. الهندسة الطبية وقد اصبح لها فرع يختص بالتركيبات والمساعدات الميكانيكية لجسم الانسان له منجزات باهرة فى تطوير الاطراف الصناعية والمعدات المساعدة لحركة الانسان المعوق.

هذا ولاشك ان حرص المهندسين الميكانيكيين فى العالم على تطوير هذه الاندماجات وتقويتها وحسن استثمارها كان له اكبر الاثر فى احتفاظ الهندسة الميكانيكية بمركزها الرائد بين انشطة الهندسة الاخرى. وبديهى ان هذه الاندماجات تتم اقتداء بما سبق فى مجالات اخرى مثل العلوم والاجناس البشرية والحيوانات والنباتات (مما يطلق عليها التطعيم) وتسرى عليها نفس القاعدة التى تضع شرطاً أساسياً لصحة الاندماج وتحقق جدواه ان يكون العنصران المندمجان متآلفين ومتكاملين . والجدوى فى الهندسة الميكانيكية تعنى ارتفاع القيمة باركانه (الكفاية – الوفره – خفض التكلفة) .

وغنى عن القول ان الاحاطة الكاملة بحالات اندماج التكنولوجيات المختلفة مع الهندسة الميكانيكية سواء ما تم منها واثمر او مازال فى دور التجربة او ما ياتى به المستقبل هو امر بالغ الصعوبة ، ولكن هذا لايقعدنا عن السعى وراء الاستفادة من هذا التيار التقنى العالمى فنبدأ بدراسة واستيعاب ما تم ثم نكد فى تكوين تقنياتنا الخاصة .

وفى سبيل ذلك جمعنا فى هذا المحور من محاور المؤتمر أربع حالات معبرة عن الاندماج التكنولوجى محورها الهندسة الميكانيكية :

(أولا) فى مجال هندسة المواد التى كانت دائماً وراء كل تقدم فى الهندسة الميكانيكية وبالاخص فرعها (الميتالورجى) تعرض دراسة عن (محاولات الحديد الزهر للبقاء بين المواد الحديثة فى الالفية الثالثة) يقدمها أ.د.م. عادل نوفل .

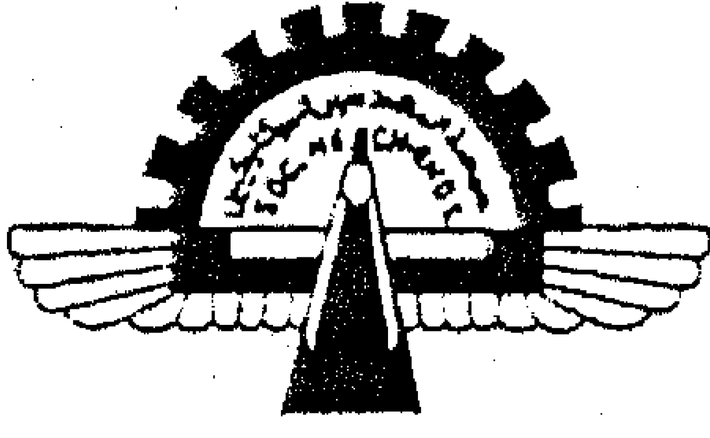
(ثانيا) فى مجال استخدام الحاسب الالى فى تقنيات النمذجة الطبيعية خدمة لاعمـــال التصميــم الميكانيكيى تعرض دراسة عن (النمذجة الطبيعية باستخدام الحاسب الالـــى كـــاداة للتصميــم الميكانيكى) يقدمها أ.د.م. سيد متولى .

(ثالثا) فى مجال الهندسة الالكترونية واثرها الفعال فى تطوير التحكم فى التوربينات الغازيـــة تعرض دراسة عن (منظم التوربين الغازى كنموذج للتقنيات الخليطـــة) يقدمـــها م. محمــد محمود قرقر .

(رابعا) فى مجال تصميم وادارة دورات مركبة واندماج عناصرها تعـــرض دراســة عــن (فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهروحرارية مزدوجة) يقدمــــها أ.د.م. حسين الربيعى.

الخلاصة:

اندماج الهندسة الميكانيكية مع تقنيات حديثة اخرى امر معزز ومقوى لها ويزيد مـــن فاعلية خدمتها للمجتمع طالما احسن اختيار التقنيات المندمجة معها . ولكن هذا الاندماج يمثــل اعباء على ممارسى هذه المهنة ويتطلب منهم استعداداً وافراً وتأهيلاً خاصاً لمواجه متطلباته.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مندمجة

1/6

التقدم فى علوم المعادن
(محاولات الحديد الزهر للبقاء بين الموارد المتقدمة
وآثارها على الهندسة الميكانيكية

استاذ دكتور مهندس / عادل نوفل

ATTEMPTS OF CAST IRON FOR SURVIVAL IN THE NEXT MILLENIUM

By

Adel Nofal

Central Metallurgical R&D Institute

Introduction

Cast iron has been considered as one of the most important and widely used engineering alloys for more than 3000 years. Although cast iron has been always reputed for low strength, ductility and impact properties, but its superior machinability, very high thermal conductivity and damping capacity together with reasonable production costs, were important merits which helped cast iron to survive and widen its scope of applications until now. The invention of ductile iron with spheroidal graphite in 1948 was a decisive step, which led to new applications of cast iron and even helped this very old alloy to compete strongly and even replace a good part of steel castings and forgings.

With the development of other ferrous and non-ferrous alloys with distinguished properties together with the continuous rise of what we call advanced or new materials including those with specially designed properties such as composite and amorphous alloys, it was expected that cast irons will start to decline as an engineering alloys. Surprisingly, the new applications cast irons are finding in the last years, led to continuous and growing demand for cast iron every year allover the world. Thanks to the great efforts metallurgists and technologists have been making over the last five decades, since the invention of ductile iron, cast iron is still considered as one of the most needed engineering alloys.

The foundry groups of the Central Metallurgical Research and Development Institute (CMRDI) has made some contribution to those efforts since its establishment in the 1970's and it is the aim of this report to represent some of those efforts. The report will discuss different efforts in the following fields:

- Production of Al-alloyed cast iron with superior oxidation resistance
- Structure formation of cast iron with compacted vermicular C/V forms of graphite, with its excellent thermal fatigue properties
- Development of austempered ductile iron (ADI) with its superior combination of strength, ductility, impact and abrasion resistance properties
- Improvement of toughness, machinability and firecrack resistance of Ni-hard iron by inducing spheroidal graphite formation in the structure
- Processing of cast iron using untraditional forming techniques such as continuous casting and rolling
- Reduction of section sensitivity of cast iron through ultrasonic treatment of solidifying ductile iron melts

The following discussion is intended to throw some light on the main results of these efforts.

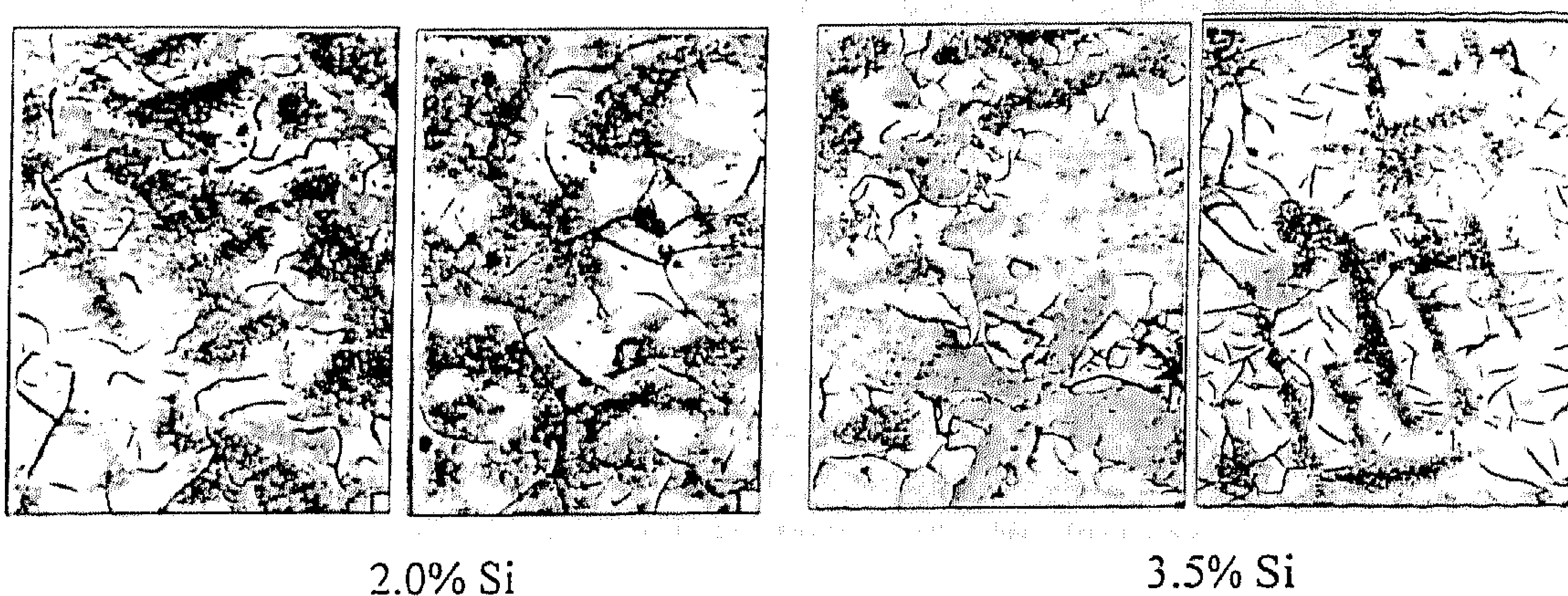
a. Alloying with Aluminum for Excellent Oxidation Resistance

Conventional grey cast irons with flaky graphite are usually characterized by low oxidation resistance, which limits their use to a maximum temperature of about 400°C. At higher temperatures, considerable scale formation and internal growth are encountered due mainly to the diffusion of oxygen along the graphite flakes/iron matrix interfaces. The development of spheroidal graphite cast iron has improved this situation to a certain extent, but still these types of unalloyed irons can not be considered for higher temperatures application and are usually replaced by irons alloyed with high contents of chromium or silicon.

Much interest has been shown over the past three decades to aluminum as a potential alloying element to increase the temperature resistance of cast iron as it forms a very thin, intact and coherent layer of aluminum oxide Al_2O_3 on the surface of cast iron alloyed with Al to protect the castings from further oxidation. It was found that the oxidation resistance of cast iron dramatically increases when alloyed with aluminum contents over about 7%. Unfortunately the structure of those irons are completely white due to the formation of very strong primary mixed carbides of iron at aluminum $Fe_{3.44}\,Al\,C_{0.6}$ which are very stable even after prolonged heat treatment cycles. The rather high hardness and brittleness together with very bad machinability hindered the industrial application of those alloys.

A research program was designed at CMRDI in the early eighties to study the solidification process of cast-iron alloyed with 9.0% Al. Better understanding of the solidification sequence of the alloy and the nature of phases formed during solidification could lead to much better control on the properties of the alloy. Extensive use of differential thermal analysis (DTA) and derivative differential thermal analysis (DDTA) together with repeated quenching from different temperatures during the solidification process was used to study the solidification behavior of the alloy.

It was found that the formation of rather course primary complicated iron aluminum carbides could be completely suppressed (Fig. 1) by either:



2.0% Si 3.5% Si

Fig. 1: 1% Cu alloying + CaSi inoculation.

i) Alloying with 1% copper and inoculation with CaSi inoculation.
ii) Increasing the Si-content of the alloy to 3.5%.

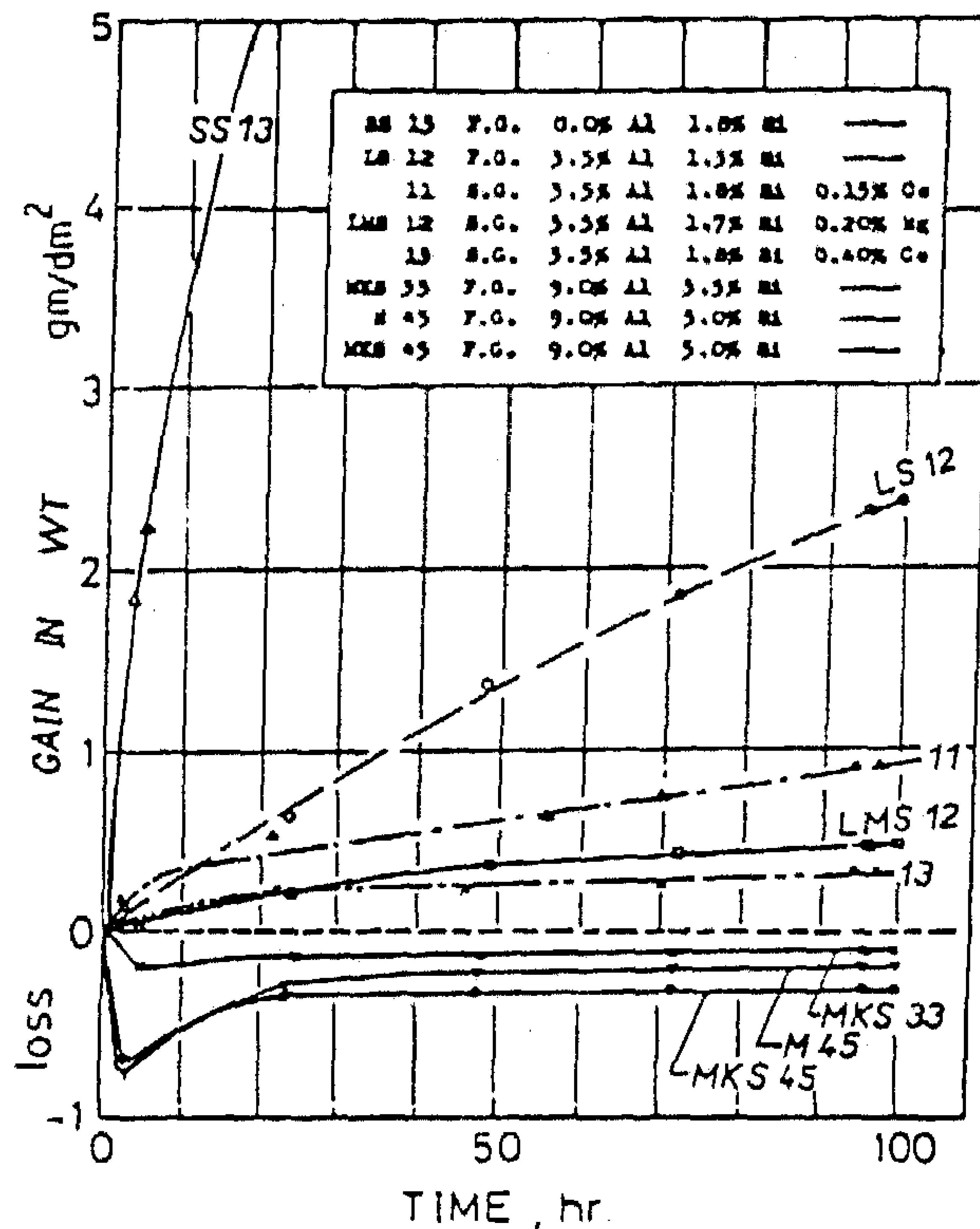


Fig. 2. Effect of Al-content and graphite morphology
On oxidation kinetics of cast iron.

Prevention of the primary carbide formation resulted in considerable decrease of hardness and machinability improvement. Furthermore, the resulting alloy has superior resistance for oxidation and scale formation when tested at 1000°C (for up to 100 hrs.). Fig. 2.

b. <u>Compacted/Vermicular Graphite Cast Iron with Superior Thermal Fatigue Properties</u>

Ductile cast iron with spheroidal graphite has found a wide range of application due to its strength and ductility properties, whereas its thermal conductivity properties is much inferior to that of the conventional grey iron with flaky graphite. The flake graphite irons acquire high thermal conductivity due mainly to the interconnected nature of graphite flakes in the microstructure of iron, whereas the sharp tips of the graphite flakes act as stress concentration sites within the structure leading to inferior strength and ductility properties.

There has been a substantial amount of interest over the past two decades in the manufacturing feasibility and engineering potential of compacted/vermicular (C/V) graphite cast irons, largely due to their unique combination of physical and mechanical properties. C/V graphite iron represents a transition form from the standpoint of compactness between flake and spheroidal graphite irons (Fig. 3). The strength and ductility of the C/V graphite irons are close to those of ductile iron, while the thermal conductivity and machinability are close to those of flake-graphite irons.

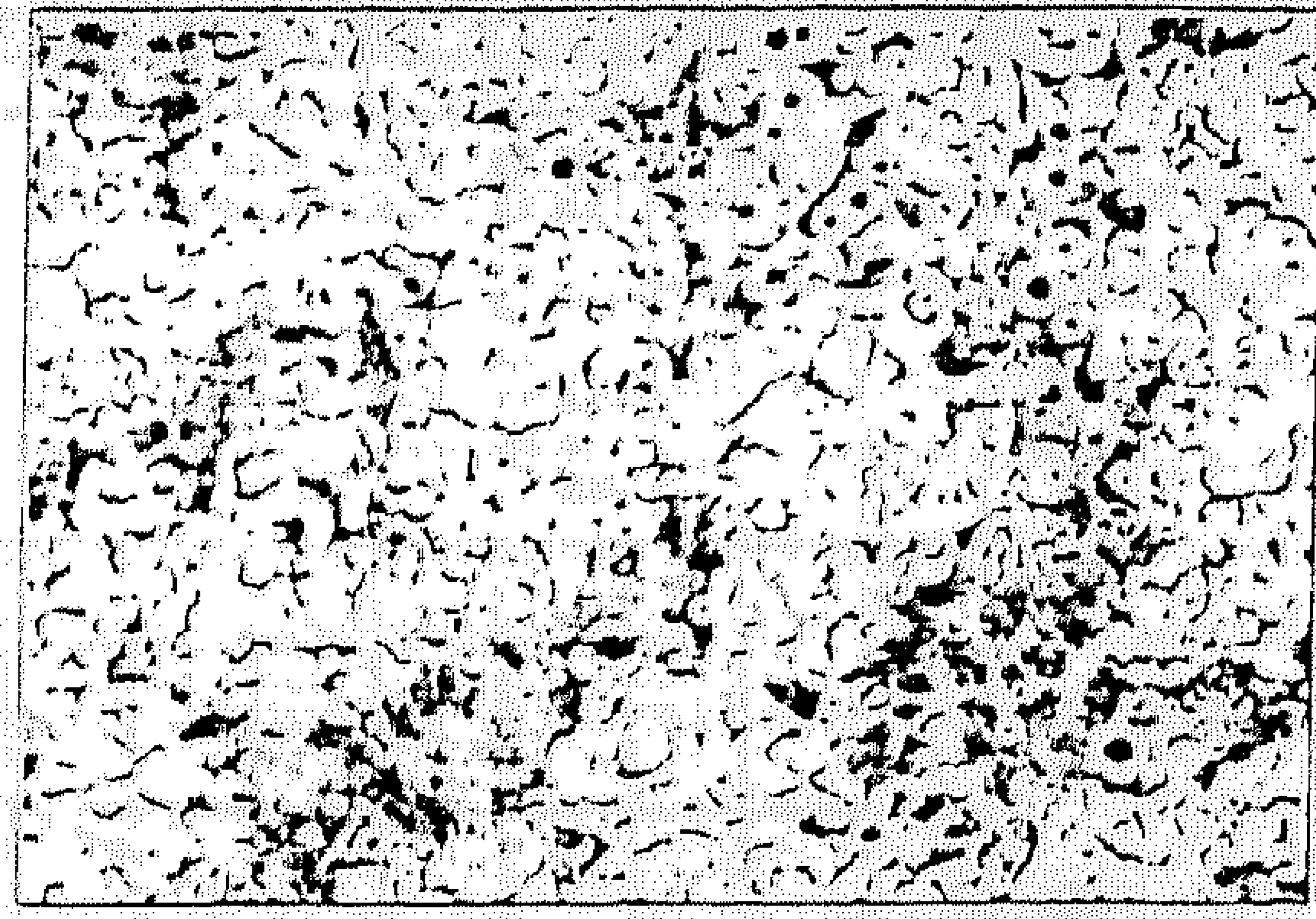


Fig. 3. CVG irons.

As a result, the thermal fatigue properties, which are functions of strength, ductility as well as thermal conductivity are higher for C/V graphite iron than for both ductile and flake-graphite irons. This new member of cast iron family, has therefore found extensive applications where thermal shock resistance is required as in the case of exhaust manifolds, ingot moulds, ... etc.

In the late eighties, a research program has been conducted at CMRDI aiming at developing new production techniques of C/V graphite irons and better understanding of formation mechanism of this novel form of graphite in cast iron. Two different techniques have been investigated:

i) Simultaneous addition of strong spheroidizing element such as magnesium together with strong antispheroidizing element such as titanium
ii) Addition of moderate spheroidizers such as cerium and calcium to cast iron containing high contents of sulfur (0.1%).

It was of much interest to find that the nucleation and growth mechanism of C/V graphite largely depend on the additions used to produce this form of graphite as follows:

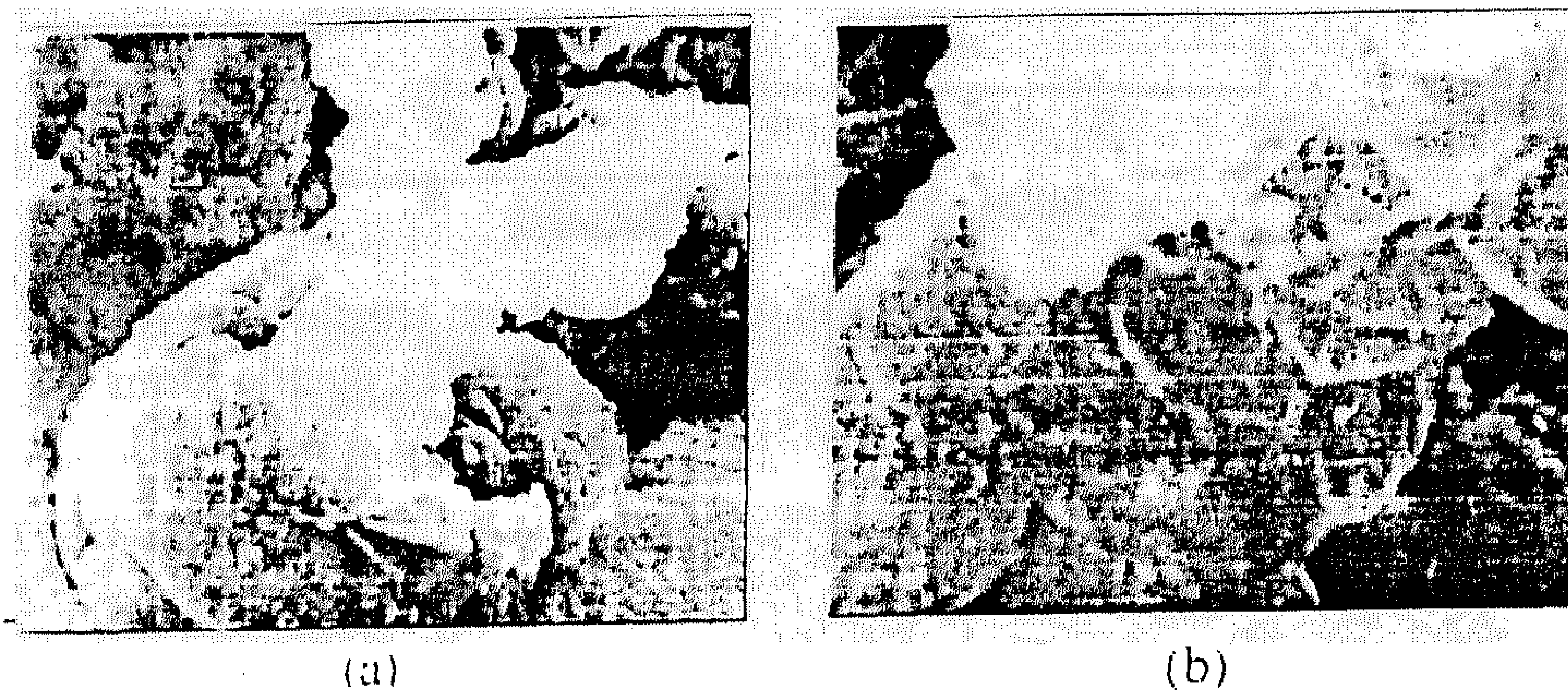
i) When C/V graphite was produced by simultaneous additions of magnesium and titanium, it was found that this transition form of graphite grows by the development of surface instabilities on graphite flakes.

- CVG formation are flaky, developing in the a-direction. The flat-like parts curves, curl and twist during growth some of their edges may gradually charge into the (0001) plane and spiral branches grow in the c-axis (Fig. 4).
- As the growth in c-direction advances, the modifying elements concentrate on the basal plan and enhance the formation of spiral branches.
- At large kinetic undercoolings, characteristic of thin sections, impurity - dependent crystal growth mechanisms are dominated by defect-controlled spiral growth mechanisms. As a result of the enhancement of spiral growth as opposed to prism flake growth at large undercoolings, the degree of nodularity of C/VG will increase as the cooling rate increase, thereby developing section sensitivity noticed for this type of cast iron.



(a) (b)

Fig. 4. Growth mechanism of CVG.



(a) (b)

Fig. 5. Degeneration of graphite spheroids.

ii) When C/V graphite was produced by additions of cerium and calcium to high-sulpher irons, the C/V graphite was formed as a result of degeneration of graphite spheroids.

- Graphite spheroids nucleate on (Ca,Ce) S substrate
- CVG forms due to degeneration of graphite spheroids in the latter stages of growth (Fig. 5-a).
- Formation of liquid channels in austenite shell around SG particles will maintain contact of the growing graphite with the melt.
- Further growth will take place by carbon atoms adjoining the hexagonal crystal structure only along the a-axis with macro- or apparent growth along the c-axis developed mainly due to spiral growth perpendicular to the basal plane of graphite (Fig. 5-b).

c. <u>Austempered Ductile Iron (ADI) with Outstanding Mechanical Properties</u>

Interest in austempered bainitic ductile irons (ADI) has increased dramatically in the past two decades as more and more successful applications are being reported. Wide range of outstanding mechanical properties can be achieved by austempering ductile iron. The reasonable combination of properties attainable in ADI has caused this material to emerge as a new class of ductile iron. The commercial use of this new material is increasing continuously now that standards such as ASTM standard A897M:1990 have been established.

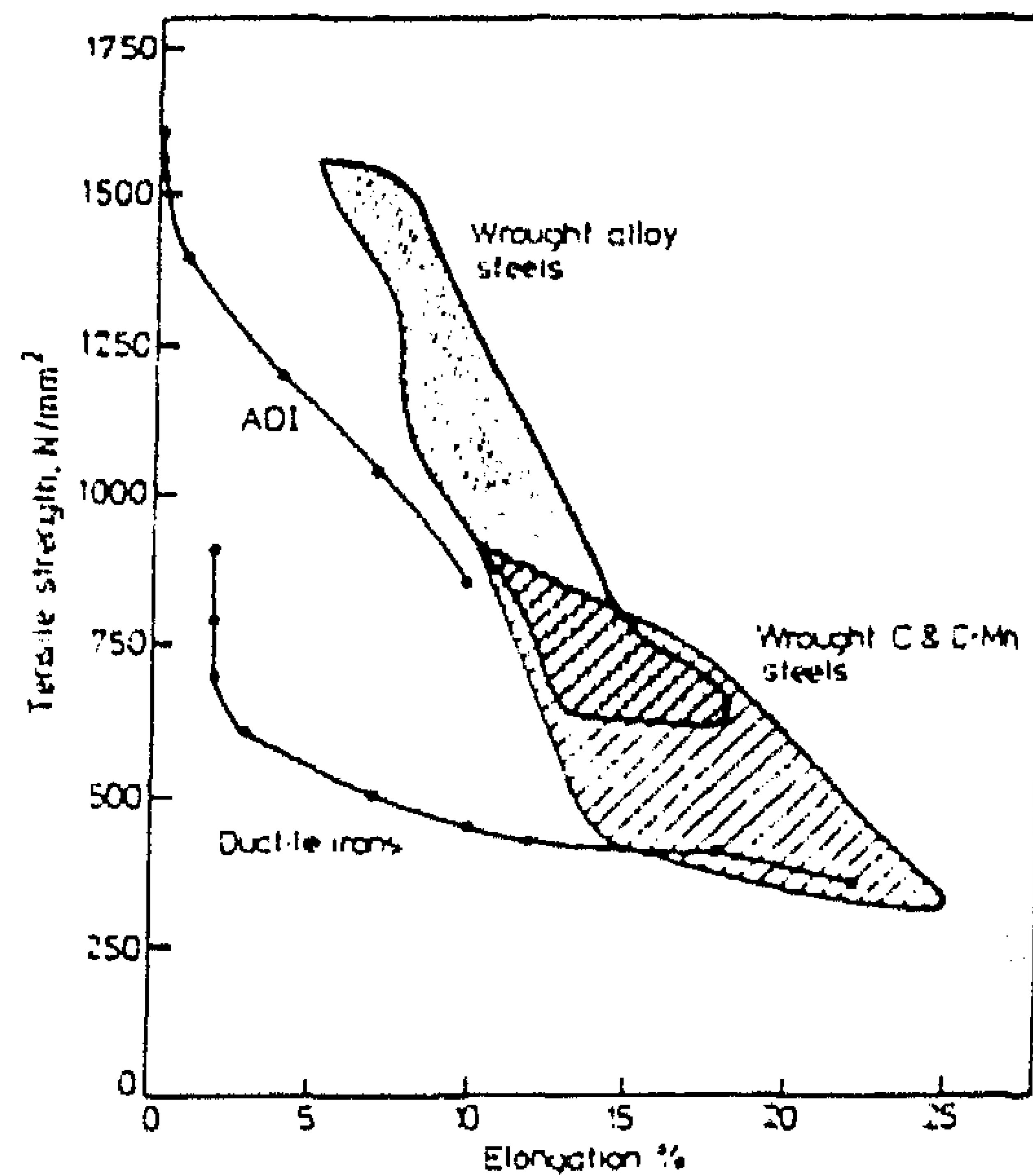
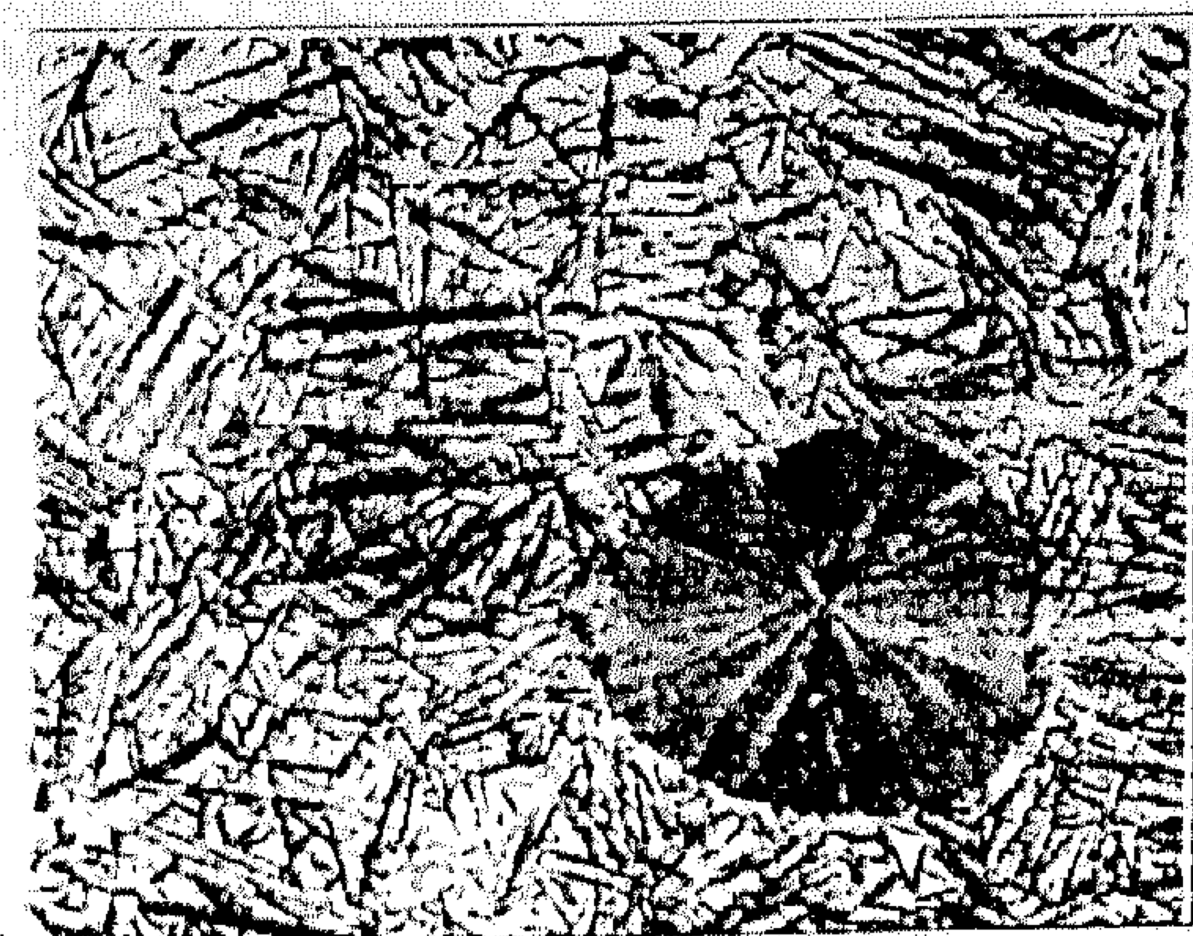
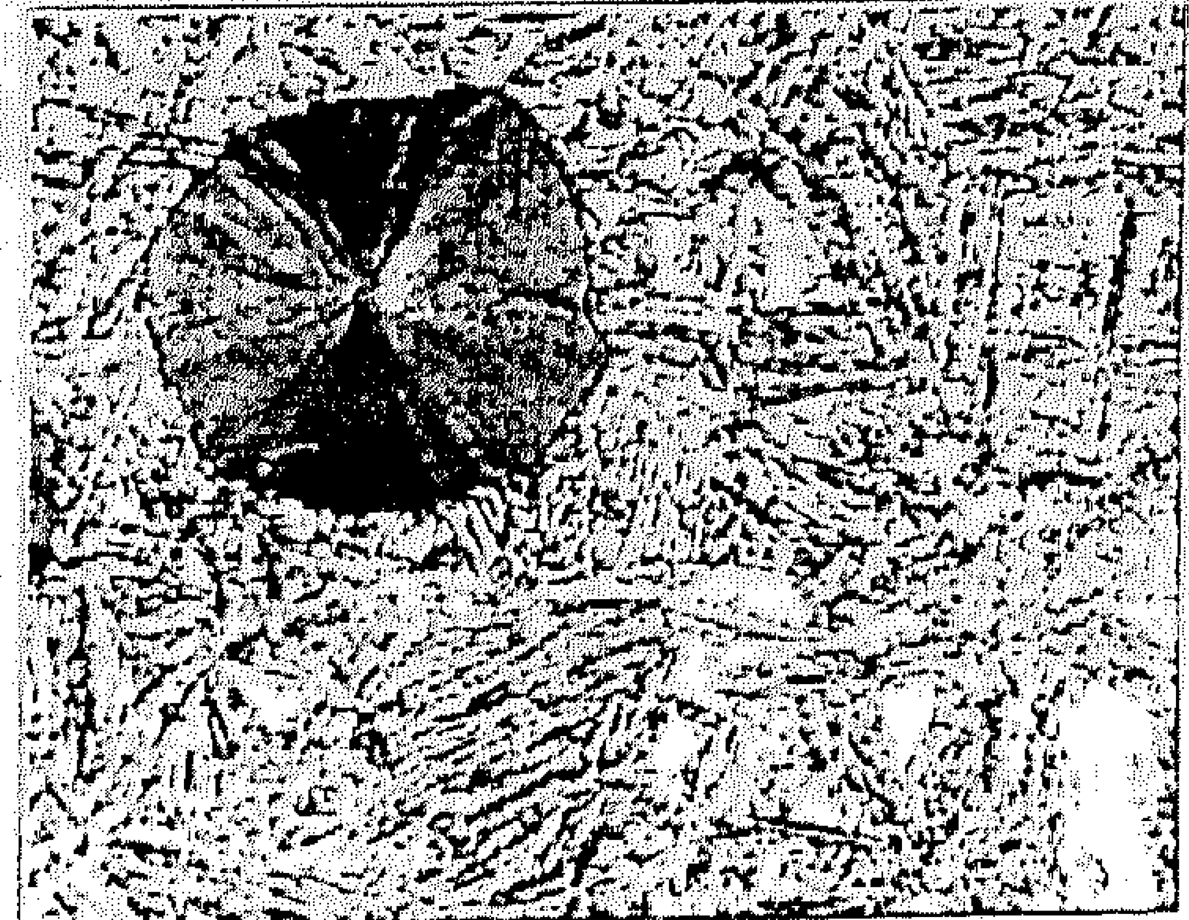


Fig. 6. Comparison of the minimum tensile properties of wrought steel (JIS970:1983), ductile forms (BS2789:985) and ADI (ASTM A897M-90).



(a) lower bainite.



(b) upper bainite.

Fig. 7. Austempered ductile iron (ADI).

ADI can be twice as strong as the standard ductile iron grades at the same level of toughness as illustrated in Fig. (6). In addition, they respond to work hardening treatments at the surface and can exhibit excellent fatigue and wear resistance. Specific applications to date include automotive gears and crankshafts as well as agricultural components.

Austempering treatment

The austempering process can be divided into two stages:

In the first stage austenite decomposes to bainitic ferrite and carbon-enriched austenite (upper bainite with high ductile grade) if the austempering treatment takes place at temperatures for 350-430°C. The same stage can lead to the formation of the stronger but lower in ductility structure of bainitic-ferrite-carbide and high C-austenite if austempering is conducted at lower temperatures in the range of 220-330°C (lower bainite), Fig. 7.

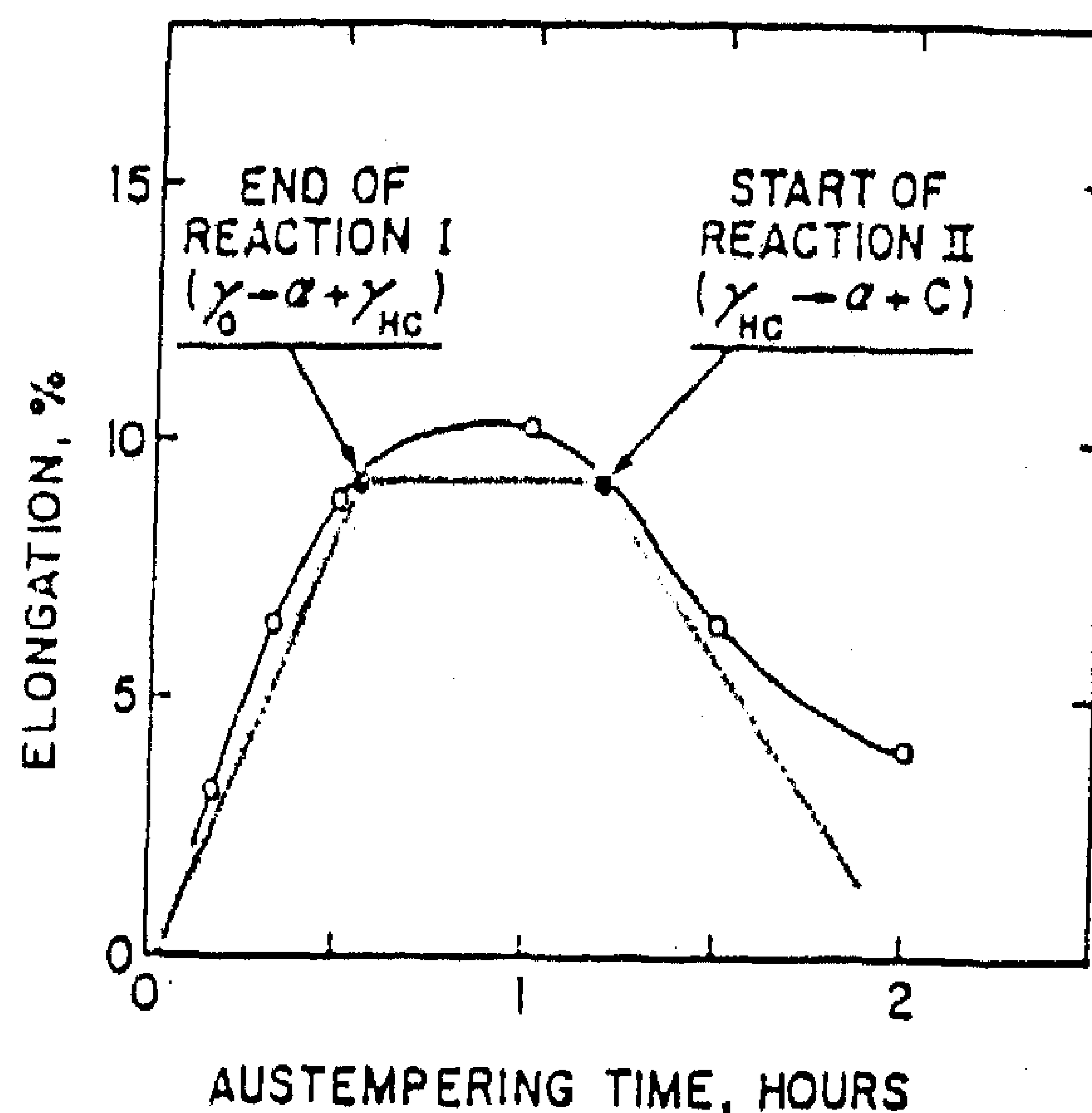


Fig. 8. Idealized characterization of the influence of the two bainite reactions on toughness during austempering. Original austenite (γ_0). bainitic ferrite (α). high-carbon austenite (γ_{HC}), carbide C.

The amount of high carbon retained austenite increases with increasing austempering time in stage I reaching a plateau corresponding to the end of the stage I. Further holding at the austempering temperature leads to the precipitation of the more stable carbide structure for the C-enriched austenite which results in the deterioration of toughness properties.

The high toughness attributed to these irons stems from the unique bainitic ferrite-austenite structure produced by the first stage reaction. while the second reaction is undesirable because it produces enbrittlement.

Holding time at austempering temperature can be quite critical. The early quenching in air or water can lead to martensite formation due to incomplete stabilization of the remaining austenite through carbon enrichment with considerable loss of ductility. On the other hand, too long holding time can result in the onset of reaction II and the austenite decomposition together with the carbide precipitation will lead to reduction in ductility and toughness.

Processing of the two-austempering reactions can be followed by the change of mechanical properties vs. austempering time. In Fig. (8), point A refers to the completion of the first reaction whereas point B indicates the onset of the second reaction. Time interval between A and B which is referred to as the "Process Window" represents the allowable austempering time for processing to obtain the optimum mechanical properties.

Over the past two years, extensive investigation on the processing of ADI has been conducted at the foundry department of CMRDI. The most important features of the obtained results can be summarized in the following:

1. Process windows could be increased through low alloying with Ni, Cu and Mo.
2. Austempering treatment could be accelerated and toughness increased through casting the ductile iron in a permanent mould (gravity die casting).
3. Mechanical deformation step (ausforming) prior to stage I transformation could provide a mechanical driving force in the form of strain defects, in addition to the chemical thermodynamic driving force in order to accelerate the rate of stage I of austempering.
4. The effect of graphite morphology on the process window and properties of austempered irons is being studied, through investigation of austempered flake-, spheroidal- and compacted/vermicular graphite irons.

d. <u>Improved Ni-hard Alloy with Spheroidal Graphite</u>

Ni-hard alloys is a family of cast iron alloyed with nickel and chromium characterized with excellent abrasion resistance properties and recommended for parts used in crushing and grinding purposes. The Ni and Cr contents of the conventional Ni-hards types I and II are shown in Table (1) and governed by the following equation:

$$\%C + \frac{\%Ni}{28} + \frac{\%Cr}{24} + \frac{\%Si}{4} = 4.2 - 5.0$$

Table 1.

Chemical Composition	Type I	Type II	Type III	Type IV
Total C	3.0/3.6	2.9 max	2.9-3.7	2.5/3.6
Si	0.8 max	0.8 max	0.8 max	1.0/2.2
Mn	1.3 max	1.3 max	1.3 max	1.3 max
Ni	3.3-5.0	3.3-5.0	2.7-4.0	5.0-7.0
Cr	1.4-4.0	1.4-4.0	1.1-1.5	7.0-11.0

Ni- is added primarily to provide the necessary combination of toughness, strength and hardenability.

Cr- contribute mainly to the alloy's hardness and corrosion-erosion resistance.

Ni-hard alloys type I and II usually lack reasonable levels of toughness which restricts the scope of their application, this is mainly due to the formation of a continuous brittle network of iron chromium carbides. Fig. (9-a) shows the usual structure of such alloys with austenite dendrites and interdendritic mixture of austenite and continuous carbide. The increased Cr and Ni-contents of the recently developed type IV Ni-hard alloy is characterized with increased toughness due to the breakdown of the carbide into discontinuous Cr_7C_3 type shown in (Fig. 9-b). Retained austenite in these alloys may be partially transformed to martensite depending on chemical composition.



Fig. 9. As-cast structure of Ni-hard IV.

The presence of such high contents of Cr, a very strong carbide stabilizer element excluded any possibility of graphite formation in Ni-hard alloys, and the completely white structure is responsible for the rather low machinability of these alloys.

In a special research program carried out at CMRDI, spheroidal graphite formation was possible in the structure of Ni-hard type IV through Mg-treatment and powerful late inoculation with special appropriate inoculant (Fig. 10). Benefits resulted from the formation of spheroidal graphite in this case could be summarized in the following:

- Increased resistance to fire-cracking by increasing thermal conductivity which alleviates thermal stresses
- Improved machinability

The SG Ni-hard type IV is now firmly established alloy for casting of the outer shell of double poured rolls used in the last stands of hot strip mills. Precipitation of SG permits the developed Ni-hard to be used in the earlier stands where toughness is of higher concern. Moreover, the existence of SG in the structure contributes to the improved rolling lubrication and roll bite.

e. Continuous Casting and Rolling of Ductile Cast Iron

As its name implies, the only technique adopted for centuries for cast iron processing and shaping was melting and casting in conventional sand moulds. The invention of ductile cast iron opened new horizons for using processing techniques used for steel, i.e., continuous casting and rolling to be adopted for ductile irons.

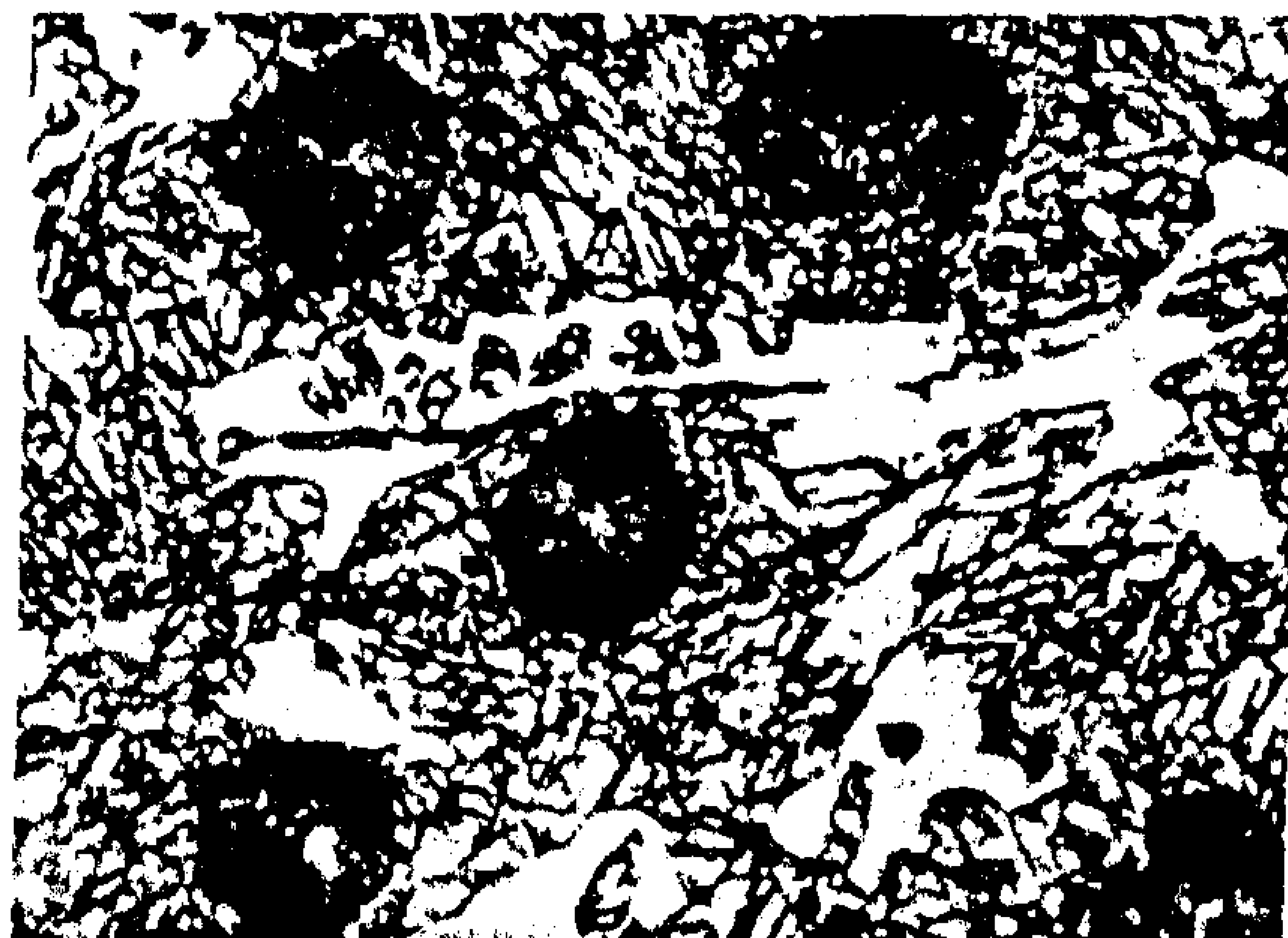
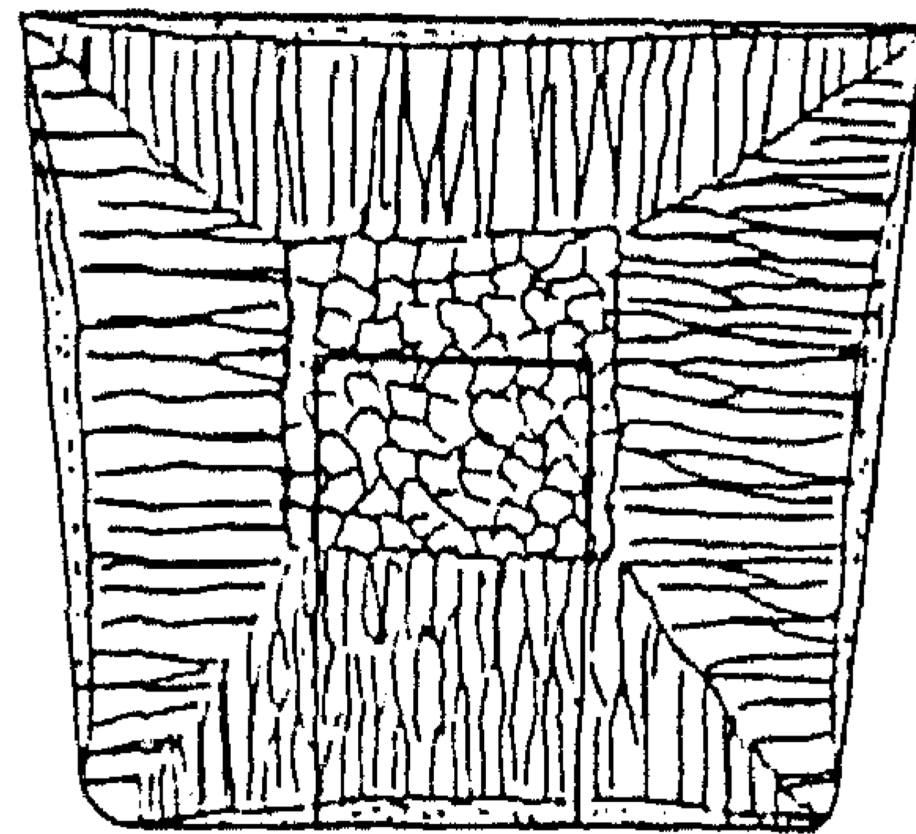
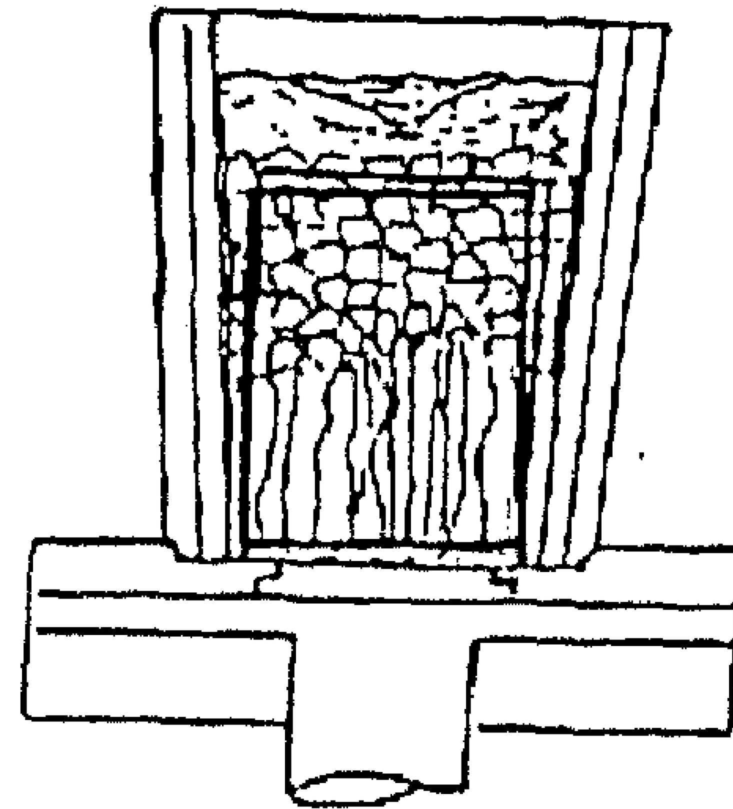


Fig. 10



A) continuous casting
columnar growth starts at
the mould/billet interface



B) simulation model
columnar growth starts at
the ingot copper chill

Fig. 11

Over the past few years, CMRDI has conducted intensive research programs to study special characteristics and behavior of ductile iron during continuous casting and rolling operations.

e.i. Continuous casting

The simulation technique shown in Fig. (11) was used to study the metallurgical properties of ductile iron solidified under intensive cooling of continuous casting using a simulator model. This model allowed to:

- Measure the heat transfer between the mould and the cast iron ingot, temperature gradient and solidification rate.
- Apply primary and secondary cooling conditions similar to those found in continuous casters (Fig. 12).
- Change the cooling intensity and spray water pressure and medium (water or air).

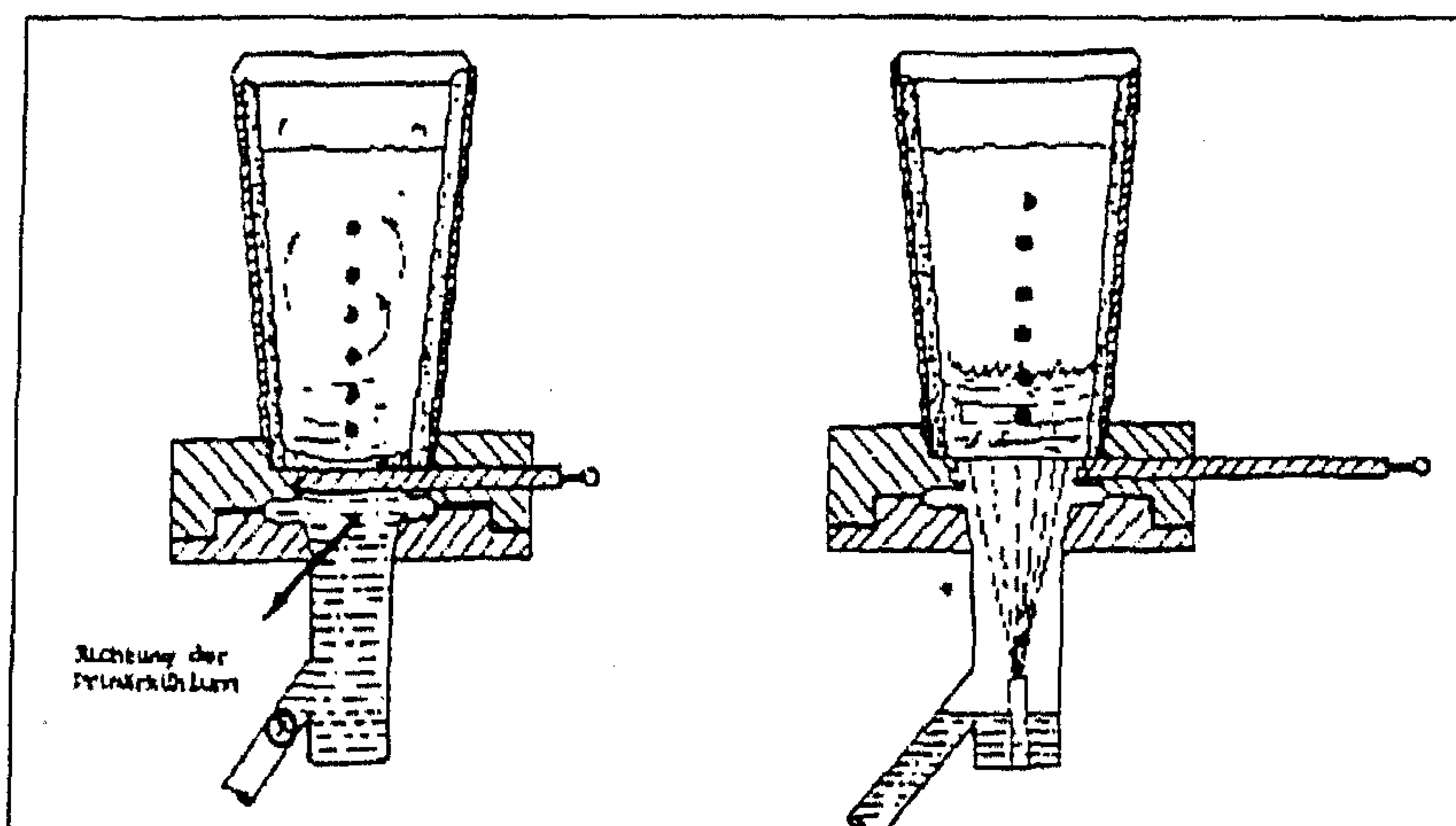


Fig. 12. CMRDI continuous casting simulator.

The main results obtained so far can be summarized in the following:

- Nodule count and graphite nodularity decrease with lowering cooling rate and increasing dwell time.
- Good nodularity was obtained even at the minimum soldification rate studied, e.g. 0.2 mm/sec.
- Microstructure of shell zone is affected by the cooling rate and manganese-content massive carbides and ledeourite are obtained with 0.1% Mn, whereas fine martensite and retained austenite form at 0.6% Mn.
- Pearlite-content increases with lowering cooling rate along the ingot-axis and by increasing Mn-content.
- Work is still in progress to study further characteristics of the process.

e.ii. Hot-rolling of ductile iron

Hot rolling was found to transform cast structures of ductile iron and thereby improve its strength properties. Simple shaped iron castings could be, therefore, replaced by hot-rolled and machined ductile iron parts. Hot-rolled ductile iron, when treated by suitable techniques could replace selected steel components, e.g., gears, bearings and other machine parts, with attractive savings in energy and manufacturing costs.

The primary results of the research work being currently conducted at CMRDI indicated the following:

- Ductile iron could be rolled at 1050°C at high reduction ratio per pass (averaged 36%) up to total reduction of 75% without serious cracking.
- Reducing the reduction per pass to about 10%, a total reduction of up to 90% could be reached without serious cracking problems.
- In ductile iron alloyed with up to 0.5% Mo, it was found that transformation of austenite into acicular structure takes place during air cooling of the rolled sheets of ductile iron. The formation of acicular structure in those iron was attributed to:
  - increase of austenite stability with Mo-additions.
  - additional energy supplied by heavy deformation which increases the driving forces for nucleation and growth of acicular structures

f. Improved Section Sensitivity Through Ultrasonic Treatment of Solidifying Ductile Iron Melts

Ductile iron castings of different section thickness will suffer from nonuniformity of the microstructure and properties, which is referred to as "section sensitivity". Increased possibilities of carbide formation in thinner section imply serious machining problems of these sections.

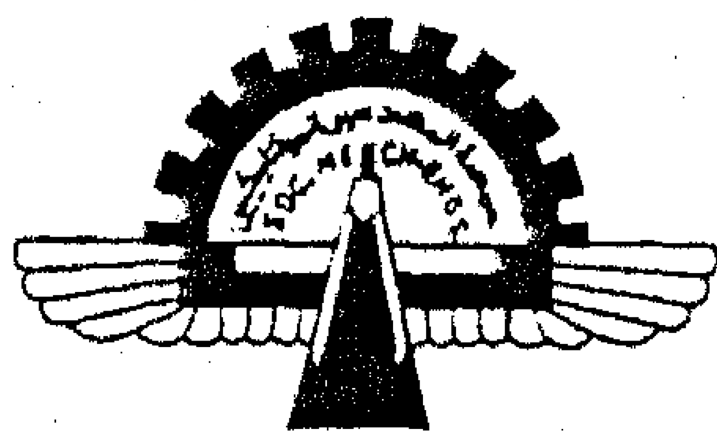
In an early research program developed at CMRDI foundry department, ultrasonic vibrations introduced to the solidifying molten ductile iron could lead to the following results:

1. Considerable refinement of graphite spheroids and significant increase in the nodule count. This was attributed to the fragmentation of graphite spheroids forming in the liquid metal during solidification. Fragmentation may be caused by enormous cavitation pressures arising at the graphite/molten iron interface.
2. Graphite multiplication induced powerful inoculation effect and even the thinnest sections were completely free of carbides.

Conclusion

	Conventional Cast Irons	New Developments	
1	Low strength (max 25 kg/mm^2) and ductility (0.5% elongation)	Development of SG Iron	High strength (up to 80 kg/mm^2) and ductility (up to 20%).
		Development of ADI	Superior combination of strength (up to 130 kg/mm^2), toughness and abrasion resistance
2	Low thermal fatigue-thermal shock resistance	Development of CVG irons	Excellent thermal shock resistance with good strength and ductility properties
3	Low oxidation resistance at high temperature	Alloying with Al	Superior oxidation and growth resistance up to 100°C.
4	Low toughness, machinability and fire crack resistance of alloyed white irons	Development of SG Ni-hard alloy	Improved machinability and fire crack resistance
5	Could be produced solely by conventional sand casting	- Continuous casting of SG iron - Rolled sheet of Sg and ADI - Rapidly solidification SG iron ribbons - Gravity die casting of SG and ADI	An alloy that could be formed by a wide variety of techniques
6	Section sensitivity and chilling tendency of thin section	Ultrasonic treatment of solidifying melts	Complete removal of chilling and elimination of sensitivity.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مندمجة

2/6

النمذجة الطبيعية كوسيلة تصميم في الهندسة الميكانيكية

استاذ دكتور/سيد متولي

COMPUTERIZED PHYSICAL MODELING AS A DESIGN TOOL IN MECHANICAL ENGINEERING

S. Metwalli [1], M. Shalaby [1], A. Nassef [1], H. Hegazi [1], A. Ashraf [1], O. Abdel-Wehab [2] and Y. Moussa [2]

[1] Professor of Machine Design, e-mail: **pantech@ritsec1.com.eg**, M. Sc. Candidate, e-mail: **mmshalab@alpha1-eng.cairo.eun.eg**, Assistant Professor, e-mail: **aosama@alpha1-eng.cairo.eun.eg**, Ph.D. Candidate, e-mail: **hahegazi@alpha1-eng.cairo.eun.eg**, M. Sc. Candidate, e-mail: **aymana@alpha1-eng.cairo.eun.eg**
Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.
[2]NASR Castings Company, Egypt

Abstract

The excessive delay of supply of maintenance parts in the Egyptian Industry, prompt the use of modern hybrid technology of reverse engineering methods in capturing the geometrical configuration and fabrication of these parts. Reverse engineering can transform real existing parts into engineering geometric models for the redesign process of parts. Creating geometric models of existing objects for which no such models are available is also invaluable as a design and development tool. This paper presents an approach for reverse engineering of standard shapes, free form curves and surfaces and their intersections. Real parts are captured using 3D-laser digitizer. The pseudo inverse least square approach was used for fitting the captured data to get their geometric models. The new geometric model is exported to CAD/CAM software for implementing any design changes and for getting CNC codes for production. This paper demonstrates the use of the hybrid technology of reverse engineering in the fabrication of mechanical components. The success of the experiment initiated an application to patterns making in support of the casting industry. The presentation will demonstrate the potential of these combined technologies in other fields of engineering, biomedical and monumental applications.

Introduction

Although reverse engineering covers a lot of activities, yet in this paper we are concerned with the reverse engineering of shapes to construct a computer model by capturing physical models and using these as a design tool in mechanical engineering. The creation of computer models for existing products can be helpful in the analysis and modifications to construct new improved designs of these products. In addition, it can be used to generate custom fits for human surfaces, for producing helmets, space suits or prostheses.

Reverse engineering procedure can have the following phases: *data capture, preprocessing, segmentation and surface fitting and finally CAD model creation.* These phases are often overlapping and several iterations are required in each phase.

There are many different methods for capturing data. Each method uses some mechanism for the interaction with the surface to be captured. For example, there are non-contact methods and tactile methods. 3D laser digitizers and coordinate measuring machines "CMMs" are common examples for data capturing machines. CMMs captures points with high accuracy (order of 10-20 μm), on the other hand; they are time consuming and collect only low number of points. 3D laser digitizers capture a huge amount of points in a short period of time but with lower accuracy (order of 20-200 μm). The later machine was used in our case.

The next step is to fit a model to the captured data with the minimum error. The total error E is defined by:

$$E = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} |e_i|^p}{N}\right)^{\frac{1}{p}}$$

where our objective is to find the minimum of E. N is the number of points. Using p=1 gives an averaging function. When p=2, one has a least squares function. When $p=\infty$, one gets the minimum deviation zone function, where $E = \max_{i=1:N}(|e_i|)$. In our case we used the least squares function to minimize the fitting error.

3D Laser Digitizing

This is a unique, state of the art laser and video-based technology, which scans an object at exceptionally high resolution and digitizes it in a matter of seconds. An astounding 15,000 points per second can be "captured" by the laser scanner, which records color, as well as shape. Typical minimum resolution on the standard resolution scanner is approximately 0.5mm; on the high-resolution scanner it is approximately 0.1 mm.

It is possible, just moments later, to view the object on a graphics workstation as a detailed, full-color, three-dimensional model. Its every characteristic can be analyzed automatically and quickly modified, trying a dozen what-if scenarios. You can make it larger, smaller, stretch it, flesh it out, or alter it in other ways.

The advantages of rapid, high resolution, color 3D digitizing are many, but three of the most important advantages - **time-savings**, **cost-savings**, and **accuracy** - allow the exploration of design possibilities that would otherwise go untried.

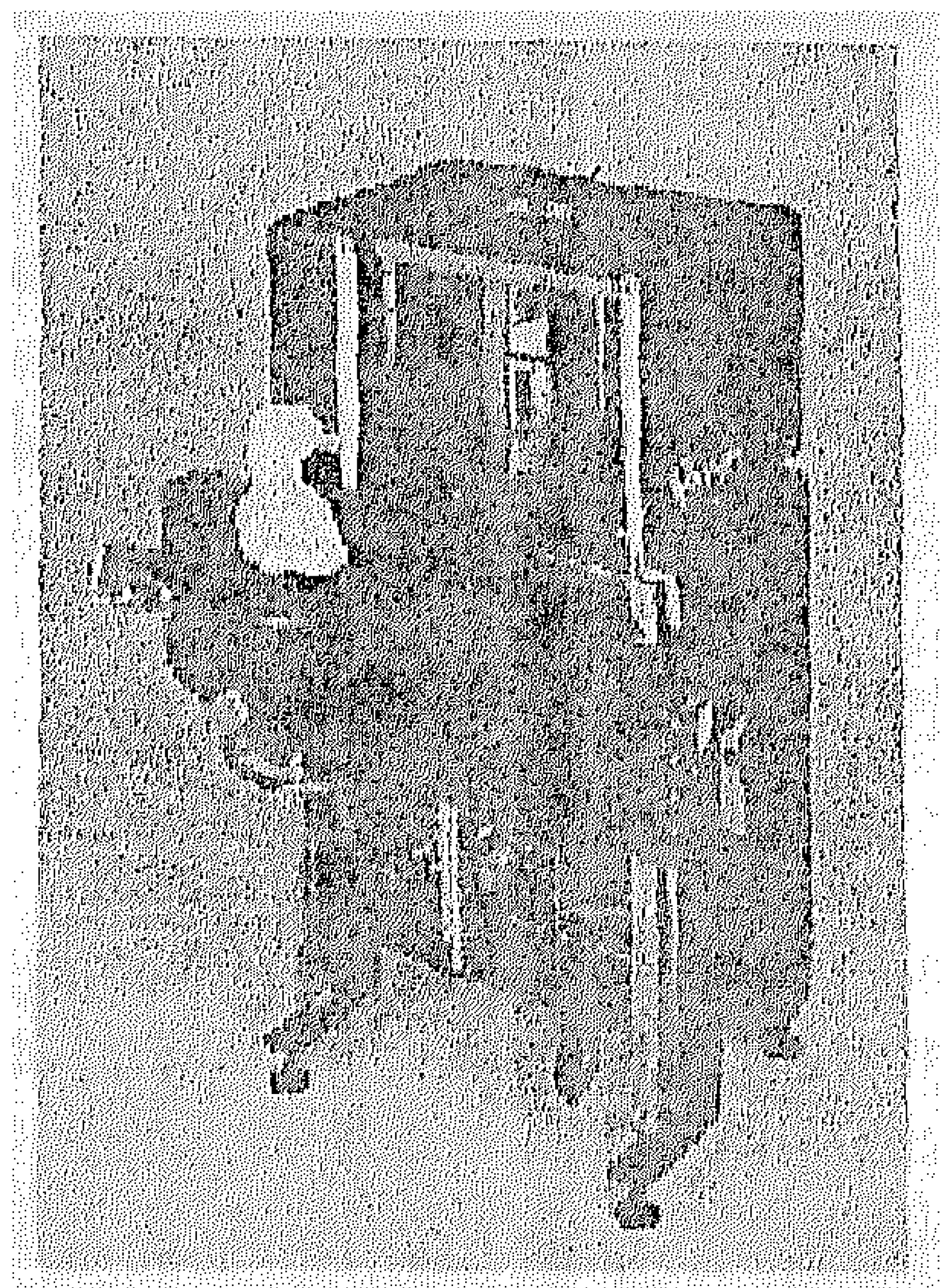


Figure (1) A 3D Laser Digitizer

Compare this to hand-held or digital-type probes, which can not capture color, and usually only digitize as many points as the number of times one cares to touch the probe to the object. These can be useful, however, for simpler shapes, for objects without any surface texture, or for objects that lack fine details.

This exciting new technology can be combined with computer numerical controlled (CNC) milling, which is called CNC-Sculpting ™. By transferring the scanned data to one of our CNC-Sculpting ™ machines, the original object can precisely be duplicated, or some modified version of it, in almost any machinable material and to virtually any scale. This capability has proven very useful for mold and model making, as well as for rapid prototyping and sculpting. The design or reverse-engineering of a wide variety of products such as bicycle seats and hockey helmets, toy collectables, doll heads, sunglasses, surgical instruments, mage wheels, clutch housings, prosthetics, and cellular phones.

Theory of fitting

The two most common methods of representing curves and surfaces in geometric modeling are implicit equations and parametric functions. It is easier to use parametric functions for free form bounded curves and surfaces. The most common parametric functions used are Bezier, Rational Bezier, B-splines and NURBS. For standard shapes such as planes, cylinders, cones or spheres...etc., it is easier to use the implicit form for representing such shapes.

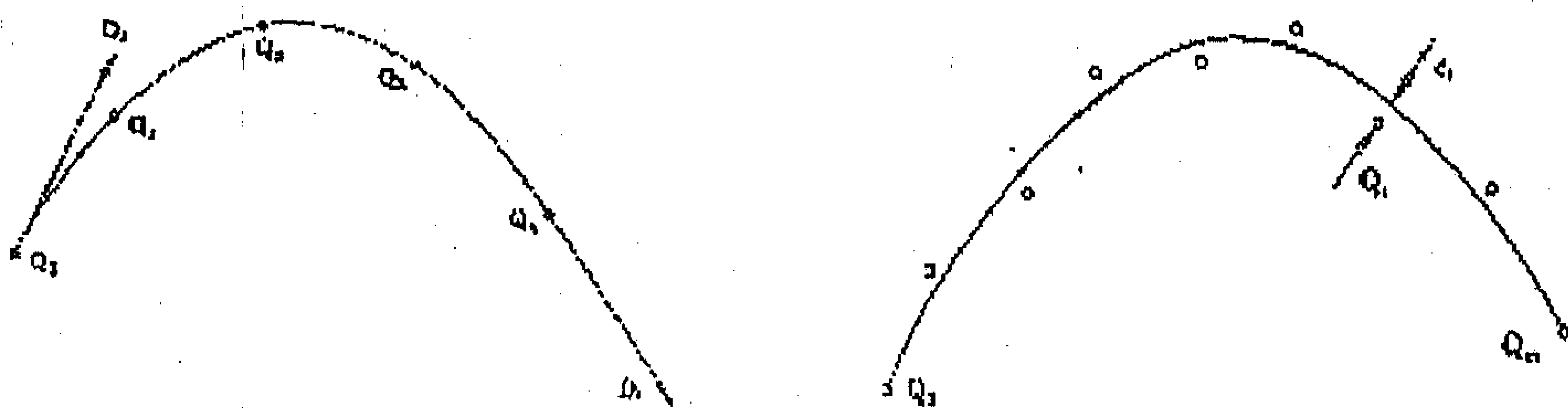


Figure (2) Interpolation verses approximation

Figure (2) shows the difference between interpolation and approximation. In interpolation the constructed curve or surface satisfies the given points precisely. In approximation, the constructed curve or surface approximately satisfies the given data. In some applications – such as generation of point data by the use of coordinate measuring devices, 3D laser digitizers, or the computation of surface/surface intersection points by marching methods– a large number of points can be generated, and they can contain measurement or computational noise. In this case it is important for the curve or surface to capture the "shape" of the data, but not to "wiggle" its way through every point. In approximation it is often desirable to specify a maximum bound on the derivation of the curve or surface from the given data, and to specify certain constraints. We used linear least square method to minimize the total error generated due to approximation.

Fitting of standard shapes

Here the least square method was used to get the required equation of the desired shape. All equations were written in the form $AX = B$ where A is the matrix of the scanned points, B is an array containing *(-1)* and X is the matrix of the unknown coefficients of the equation. Using the least squares method leads to $X = (A^t A)^{-1} A^t B$.

Planes:

A plane surface can be represented by the equation:

$$f(x,y,z) = n_x x + n_y y + n_z z + d = 0 \tag{1}$$

where $\mathbf{n} = [n_x, n_y, n_z]^T$ is the unit normal vector to the plane and d is the distance to the origin. The plane equation can also be written in the form.

$$f(x,y,z) = n_x x + n_y y + n_z z = -1 \tag{2}$$

Using the least squares general form:

$$A = \begin{bmatrix} x_i & y_i & z_i \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \qquad X = \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{bmatrix}$$

Solve for the vector X then normalize X and get the value of d.

The cylinder:

A cylinder surface can be represented by this quadratic equation

$$f(x,y,z) = a x^2 + b y^2 + c z^2 + 2hxy + 2gxz + 2fyz + 2ux + 2vy + 2wz + d = 0 \tag{3}$$

This can be written as:

$$X^T AX + 2X^T B + C = 0 \tag{4}$$

where

$$A = \begin{bmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{bmatrix}, \; B = [u, v, w]^T, \qquad C = d \;, \qquad X = [x, y, z]^T$$

By using the least squares form

$$A = \begin{bmatrix} x_i^2 & y_i^2 & z_i^2 & 2x_i y_i & 2x_i z_i & 2y_i z_i & 2x_i & 2y_i & 2z_i \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \qquad X = [a \; b \; c \; h \; g \; f \; u \; v \; w]^t$$

Solve for the vector X.

Now given

$$\Delta = \begin{vmatrix} a & h & g & u \\ h & b & f & v \\ g & f & c & w \\ u & v & w & d \end{vmatrix} \qquad D = \begin{vmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{vmatrix}$$

The cofactors of D:

$A = bc - f^2$ $\quad B = ac - g^2$ $\quad C = ab - h^2$

$F = gh - af$ $\quad G = hf - bg$ $\quad H = gf - ch$

The equation of the cylinder axis is:

$$\frac{x - \frac{uf}{F}}{1/F} = \frac{y - \frac{vg}{G}}{1/G} = \frac{z - \frac{wh}{H}}{1/H} \tag{5}$$

This means that the cylinder axis has the direction vector $[1/F, 1/G, 1/H]^T$ and passes through the point $\vec{x}_0 = [(uf/F), (vg/G), (wh/H)]^T$. The axis orientation corresponds to the eigenvector related to the null eigenvalue of the matrix A. The two other eigenvalues are positive. The matrix A has two identical eigenvalues λ and the radius can be expressed by

$$r^2 = (u^2 f/F + v^2 g/G + w^2 h/H + d)/\lambda \tag{6}$$

Figure (3) shows a simulated example for cylinder with a 0.035mm error in fitting.

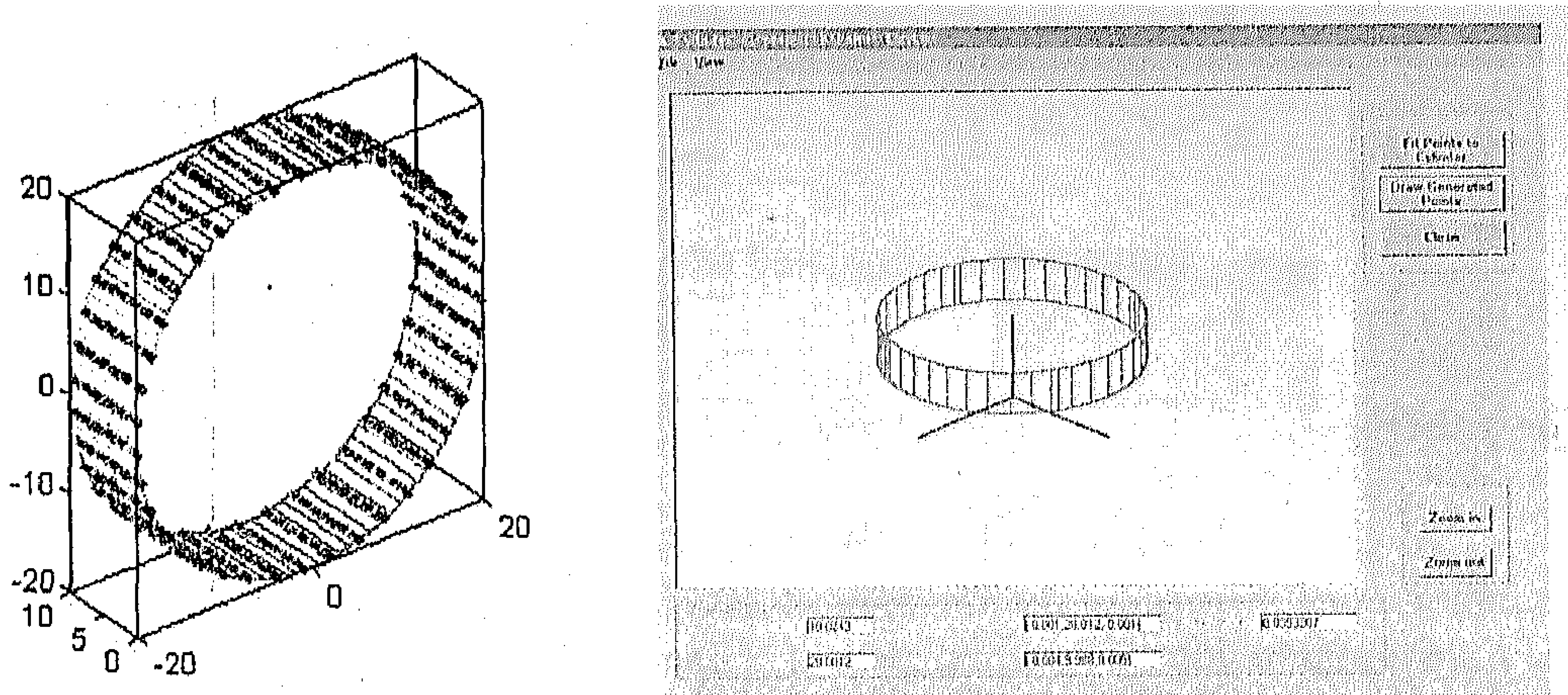


Figure (3) A simulated example for cylinder fitting.

The cone:

Since the cone and the cylinder have the same general equation, their constants are obtained in the same way.

The apex of the cone is given by equation (7)

$$\vec{X}_o = A^{-1}B \tag{7}$$

The axis of the cone corresponds to the eigenvector related to the negative eigenvalue of the matrix A. The two other eigenvalues are positive.

The parameters of the quadratic equation have to satisfy the following conditions:

$$\frac{af - gh}{f} = \frac{bg - hf}{g} = \frac{ch - fg}{h} \tag{8}$$

As for the cylinder case, the circular cone equation has a more compact form where $[x_o, y_o, z_o]^T$ is the apex of the cone, $[n_x, n_y, n_z]^T$ is the unit vector defining the orientation of the cone axes and α is the semi-vertical angle. The quadratic equation parameters can thus be expressed explicitly as a function of the above terms by

$$a = n_x^2 - \cos^2\alpha \qquad b = n_y^2 - \cos^2\alpha \qquad c = n_z^2 - \cos^2\alpha$$

$$h = n_x n_y \qquad g = n_x n_z \qquad f = n_z n_y$$

Figure (4) shows a simulated example for cone fitting.

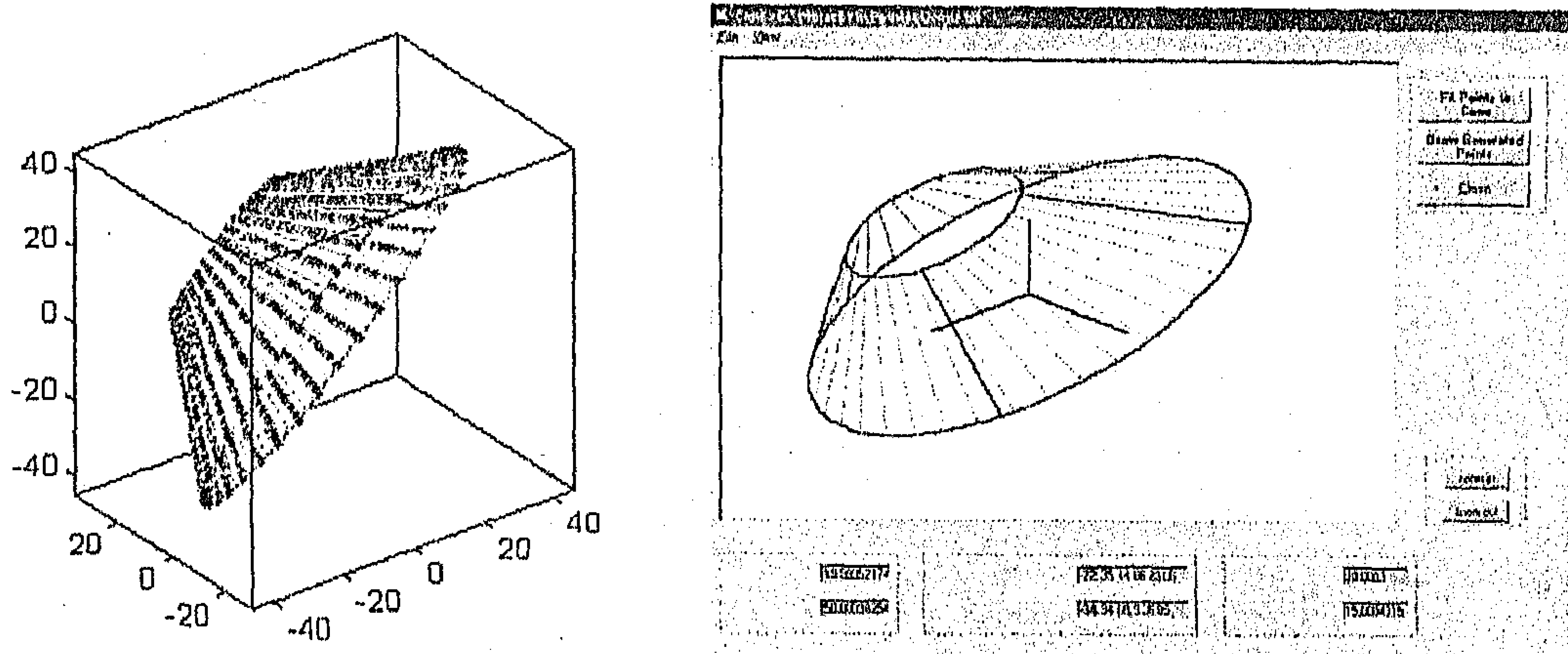


Figure (4) A simulated example for cone fitting.

The sphere:

A sphere is characterized by equal coefficients for x^2, y^2 and z^2 terms and vanishing coefficients for the cross product terms xy, xz and yz, so the parameters h, g and f are equal to zero. The equation of a sphere can be written as

$$a\left(x^2 + y^2 + z^2\right) + 2ux + 2vy + 2wz + d = 0 \tag{9}$$

It can also be written as

$$a\left(x^2 + y^2 + z^2\right) + 2ux + 2vy + 2wz = -1 \tag{10}$$

By using the least squares form

$$A = \begin{bmatrix} x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 & 2x_i & 2y_i & 2z_i \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \qquad X = \begin{bmatrix} a \\ u \\ v \\ w \end{bmatrix}$$

Solve for the vector X

The center of the sphere is:

$$\vec{x}_0 = \left[-u/a, -v/a, -w/a\right]^T \quad \text{and the radius is:} \quad r^2 = \frac{u^2 + v^2 + w^2 - ad}{a^2}$$

Figure (5) shows a simulated example for sphere fitting.

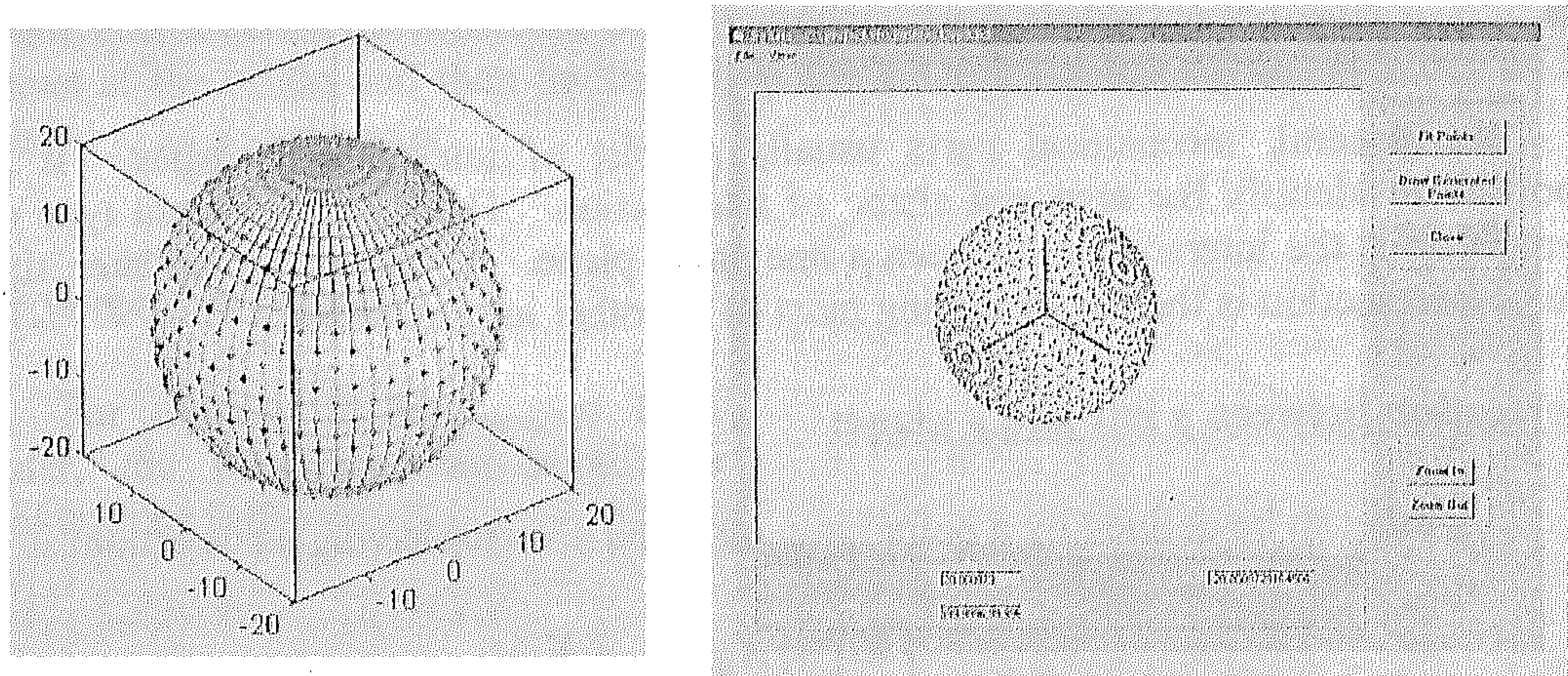


Figure (5) A simulated example for sphere fitting.

Finally a real example is shown next where the laser scanner scanned a cylindrical element then fitted using the developed software. Again the fitted surface is transferred to CAD/CAM software for the ease of implementing any changes on it.

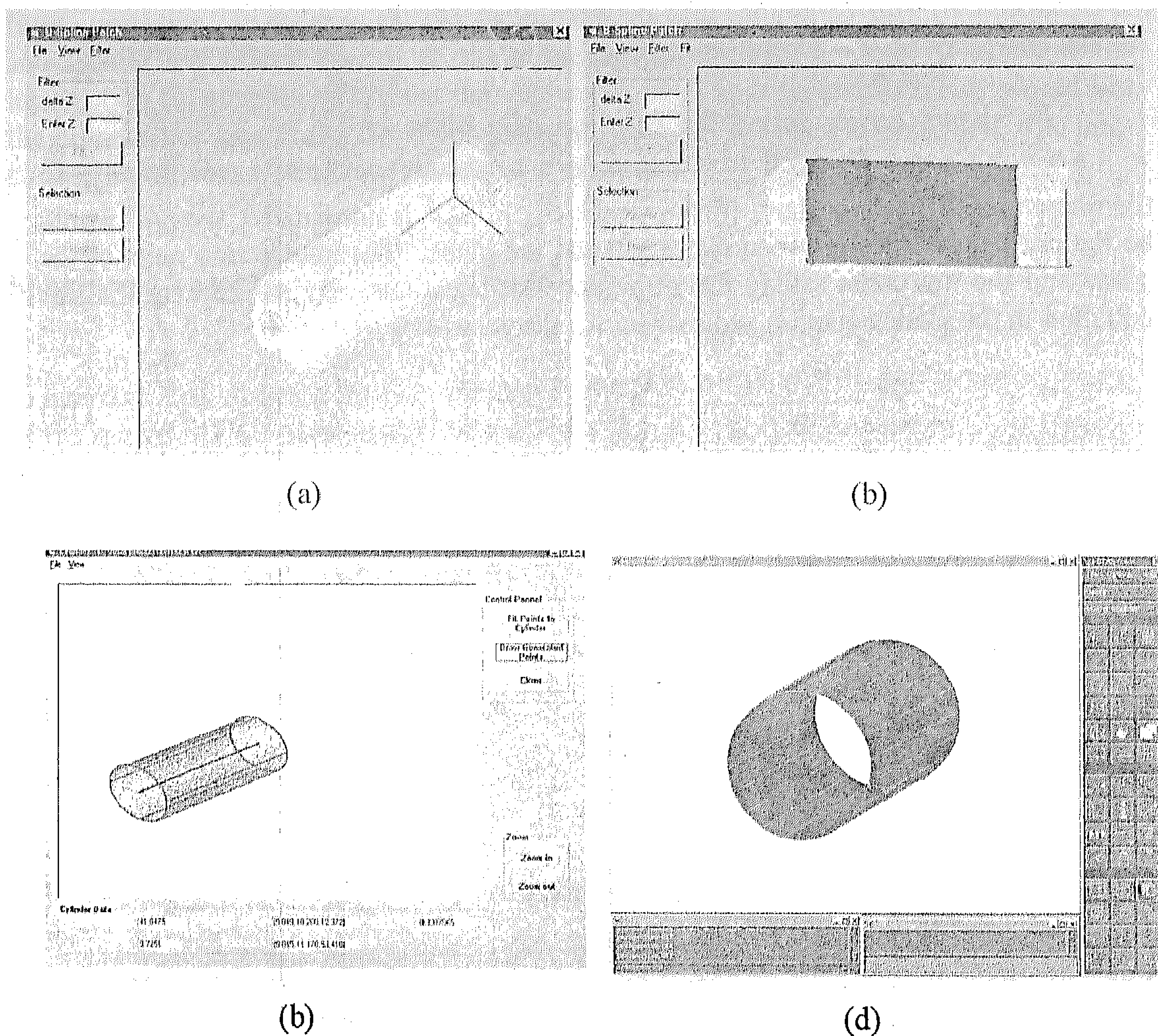


Figure (6) A real scanned cylinder: (a) scanned cylinder; (b) selected points; (c) fitted cylinder; (d) cylinder exported to IDEAS software.

Intersections of standard shapes

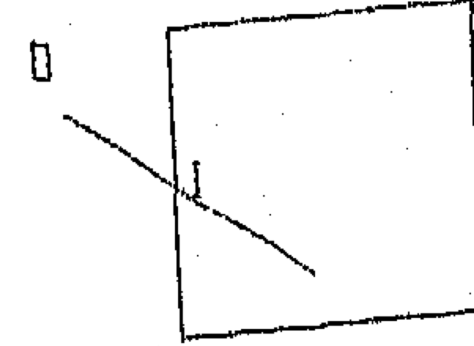
In general, mechanical parts usually consist of intersecting shapes. It is important to identify the area and shape of intersection. The most important type of intersection is the intersection between a line and a plane. As will be shown later, this type of intersection is the key to finding most of the other intersections.

Intersection between a line and a plane:

A line can be defined by a point lying on it and a vector having its direction:

$$\vec{a} = \vec{b} + t \times \vec{s} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + t \times \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \tag{11}$$

where *(b)* is a point on the line, *(s)* is the direction vector and *(t)* is a parameter. If the direction vector is normalized, then the parameter *(t)* will be the distance between point (X_0, Y_0, Z_0) and any point (X, Y, Z) lying on the line.



As shown earlier fitting the equation of a plane is $n_x \times X + n_y \times Y + n_z \times Z + d = 0$ where n_x, n_y, n_z are the components of a vector normal to the plane and *(d)* is a constant. If the vector $(n_x, n_y, n_z)^T$ is normalized, then *(d)* would be the normal distance between the origin and the plane. The intersection point of the plane and the line must satisfy the plane and line equations. By substituting the line equation in the plane equation and solving for the parameter *(t)*:

$$t = \frac{(-n_x \times X_0 - n_y \times Y_0 - n_z \times Z_0 - d)}{(n_x \times X_1 + n_y \times Y_1 + n_z Z_1)} \tag{12}$$

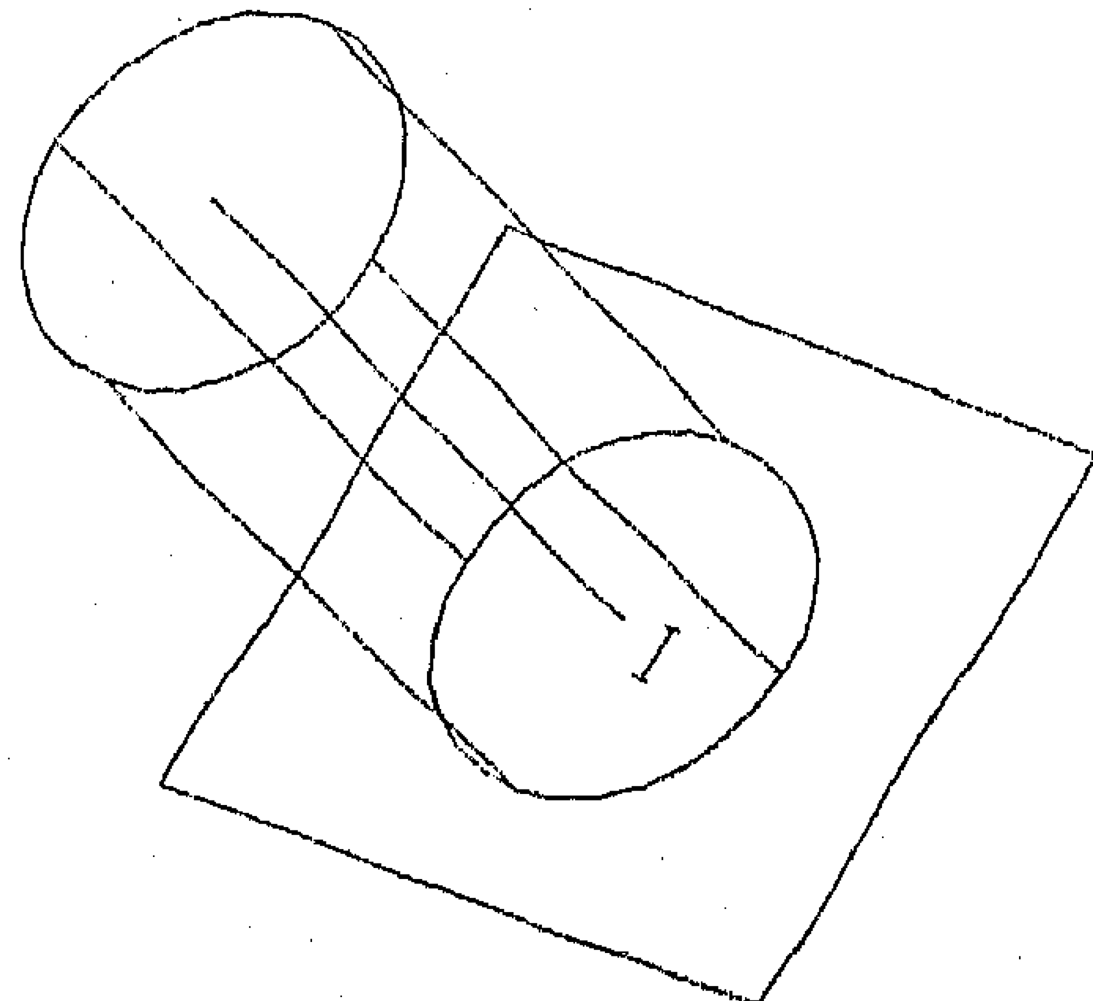
Substitute *(t)* in the line equation and get the intersection point (X_i, Y_i, Z_i) such that:

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + t \times \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \tag{13}$$

Cylinder orthogonal to plane:

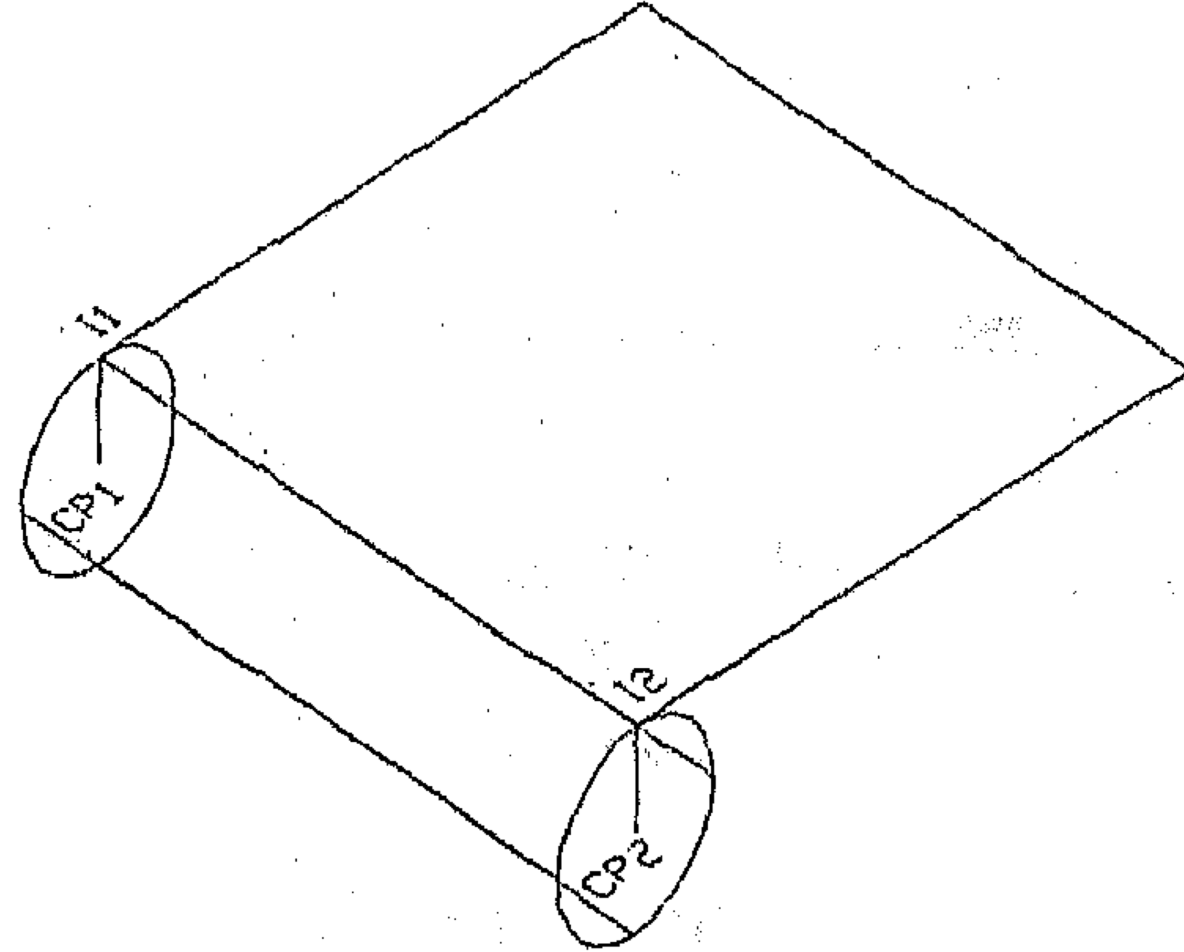
The condition for a plane and a cylinder to be orthogonal is that the direction vector of the centerline of the cylinder and the vector normal to the plane must be equivalent or in opposite direction.

The intersection area is a circle lying in the plane with a radius equal to the radius of the cylinder. The center of the circle is the intersection point *(I)* between the centerline of



the cylinder and the plane and can be calculated as shown above. A point P_0 and the direction vector define the centerline of the cylinder. To draw the circle in space, first it is drawn at the origin and then multiplied by the rotation matrix of the cylinder and translated to its actual center.

Plane tangent to cylinder:

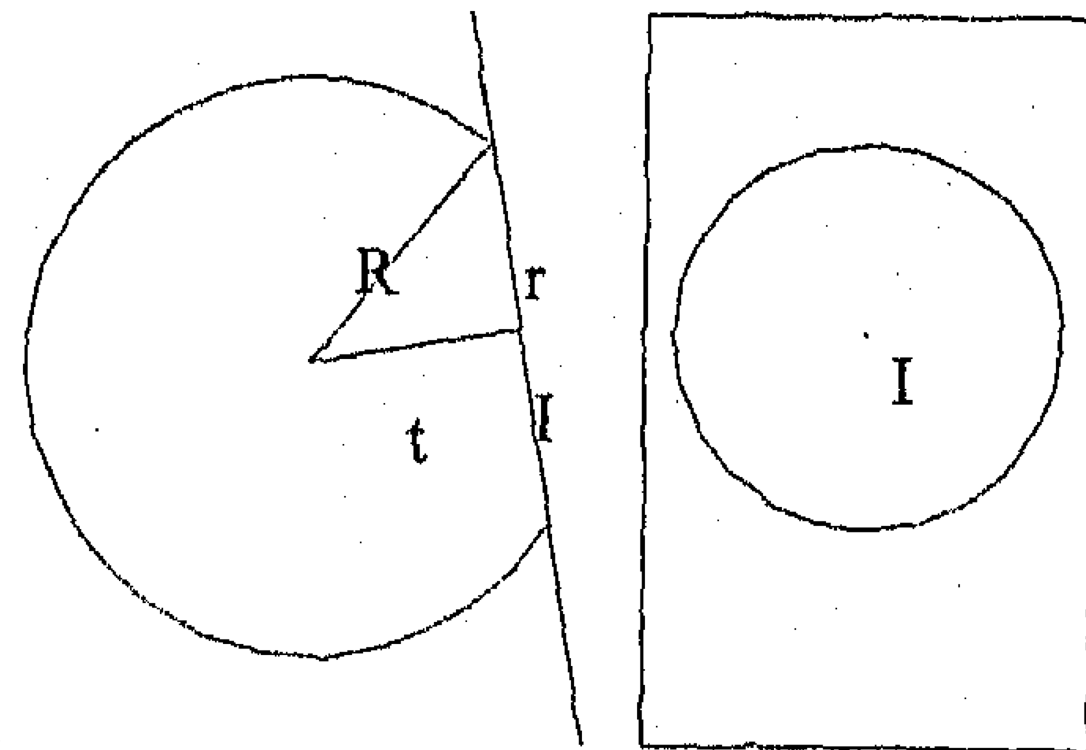


For a plane to be tangent to a cylinder, the following two conditions should both be fulfilled:

$$|I_2 - CP_2| = r \qquad |I_1 - CP_1| = r$$

where I_1 and I_2 are the points where the plane touches the cylinder and CP_1, CP_2 are the center points of the beginning and the end of the cylinder. If one of these conditions is not fulfilled then the plane is not tangential to the cylinder. CP_1 and CP_2 are both obtained as shown in the cylinder fitting operation. In order to calculate the point I_1, consider a line passing through CP_1 and having the vector normal to the plane as its direction vector. The point of intersection between the plane and the line would be I_1 and the parameter *(t)* would be the distance between I_1 and CP_1. The same procedure is followed to obtain I_2. The line connecting between I_1 and I_2 is the line of intersection.

Sphere and a plane:



In order for the sphere and the plane to intersect, then distance between the center of the sphere and the plane should be less or equal to the radius of the sphere. The intersection area is a circle. The center of the circle is the intersection, between a line passing through the center point of the sphere and having the vector normal to the plane as its direction vector. The radius of the circle can be obtained from the geometry of the intersection using Pythagoras law as shown in figure:

$$r = \sqrt{R^2 - t^2}$$

Three intersecting planes:

The following procedure describes how to get the intersection point of three planes. Given three planes with the following equations:

$$S \ : n_x \times X + n_y \times Y + n_z \times Z + d = 0$$

Put the equation in a matrix containing the plane vectors as follows:

$$[X \quad Y \quad Z \quad 1]\begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & 0 \\ & & & 0 \\ & & & 0 \\ & & & 1 \end{bmatrix} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \tag{14}$$

If the matrix containing the plane vectors can be inverted, the desired point P is given by the fourth row of the inverse. If the planes do not intersect then no inverse exists.

Free form surface fitting

Although it is possible to set up and solve a general least square surface fitting problem linear and with or without weights and constraints, the task is much more complex than for curves. We presented surface approximation scheme that builds upon our least square curve scheme as shown in [13].

Mathematically the surface equation

$$S(\bar{u}_k, \bar{v}_l) = \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{m} N_{i,p}(\bar{u}_k) N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \tag{15}$$

can be written in the form

$$S(\bar{u}_k, \bar{v}_l) = \sum_{i=0}^{n} N_{i,p}(\bar{u}_k) \left(\sum_{j=0}^{m} N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \right) = \sum_{i=0}^{n} N_{i,p}(\bar{u}_k) R_{i,l} \tag{16}$$

where

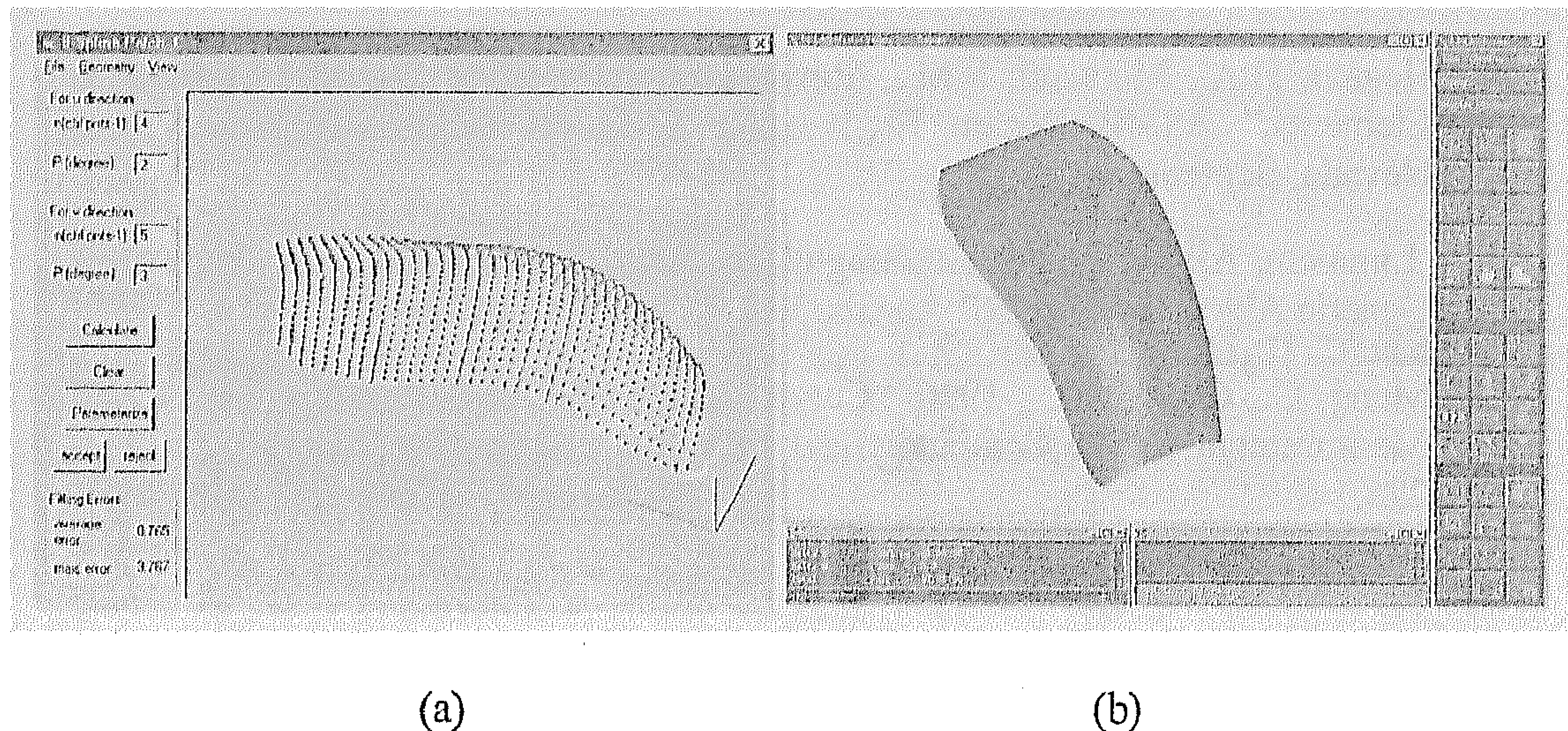
$$R_{i,l} = \sum_{j=0}^{m} N_{j,q}(\bar{v}_l) p_{i,j} \tag{17}$$

The scheme simply fits curves across the data in one direction then fits curves through the resulting control points across the other direction. This gives the control points for each curve (step); these are called the iso-parametric control points. The value of the first parameter *(u)* for each point is obtained by using the centripetal method along each step separately. Applying the second stage of the least square surface fitting on the iso-parametric control points and get the fitted surface control points in the other direction. The second parameter *(v)* for each point obtained using the centripetal method and the averaging technique over the iso-parametric control points as indicated by equation (18).

$$\bar{v}_k = \frac{1}{n+1} \sum_{l=0}^{n} \bar{v}_k^{\,l} \qquad k = 0, \ldots, s \tag{18}$$

The full details of the procedure can be found in a previous paper by some of the authors' as shown in reference [13].

Finally a real surface of a computer mouse was scanned. Using a second degree and five control points in the one direction, and a third degree and six control points in the other direction, the surface approximating the scanned points was generated. The resulting average error was *(0.765)* and the maximum error was *(3.767)* as shown in Fig. 5. Shown also is the generated surface which was exported to a CAD/CAM software "IDEAS". In that software any desired changes for the design of the mouse surface can be made and the codes for the CNC machines to produce the new surface mold can be generated.



(a) (b)

Figure 7. A scanned mouse surface (a) fitting error, (b) surface exported to Ideas.

Conclusion

In this paper we dealt with fitting of actually scanned free form surfaces, standard shapes, and their intersections as a part of the reverse engineering process for computerized physical modeling as a design tool in mechanical engineering. The use of the least square method in our fitting algorithms resulted in an acceptable fitting error in all the cases. Exporting the generated geometric model to CAD/CAM software was implemented to provide the capability of implementing changes to get a better design. A final step that completes the process is to use the CAM software to create the CNC code for quickly producing the designed component or its production tool.

Acknowledgment

The presented work has been conducted through the Cairo University / U.C.F. (USA) cooperation program - FRCU project 202. The authors would like to acknowledge the cooperation and dedication of all personnel involved in the project.

References

1. Chris Mcmhon, Jimmie Bronne "CAD\CAM from principles to practice", department of mechanical university of Bristol, 1993

2. Dennis G. Jill, Michael R. Cullm, "Advanced Engineering Mathematics", 2nd. Edition, PWS publishing Co. Boston, 1996

3. Fogers, D. F., Adams, J. A., 1976, "Mathematical Elements For Computer Graphics", McGraw-Hill, pp. 111-113.

4. Hegazi, H.A., Metwalli, S.M., "Reverse Engineering of Standard Mechanical Elements," ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September, (1999)

5. Limaiem, A., Nassef, A., ElMaraghy, H., "Data Fitting using Dual Kriging and Genetic Algorithms," CIRP Annals, Vol. 45 (1996), pp. 129-134.

6. Menq, C., Chen, F. L., 1996, "Curve and Surface Approximation from CMM Measurement Data", Computers and Industrial Engineering, Vol. 30, pp. 211-225.

7. Moretenson, M. E., 1985, "Geometric Modeling", John Wiley & Sons.

8. Nassef, A. O., Ashraf, A. M. and Metwalli, S. M., "Accuracy and Fitting-Time Minimization in the Reverse Engineering of Prismatic Features," ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September 1999, paper CIE-9131.

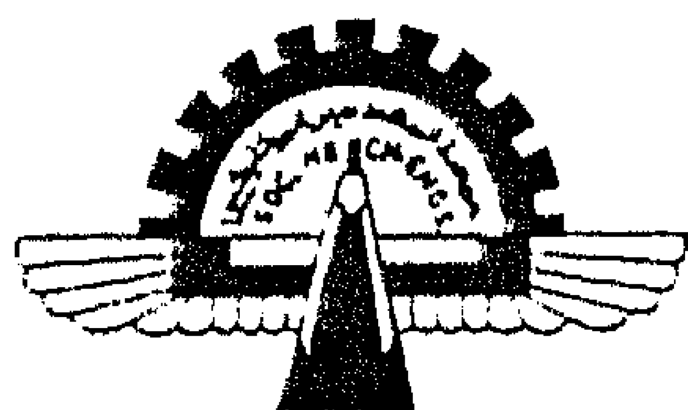
9. Piegel, L., Tiller, W., 1997, "The NURBS Book, Monographs in Visual Communication", 2nd Edition, Springer-Verlag, pp. 1-139.

10. Rolls, C. J., ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., "Towards Combining Digitization Techniques in the Generation of Reverse Engineering Data Sets", accepted in ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September 1999.

11. Steven Chapra & Rymond Canale "Numerical methods for engineers", second edition, 1989

12. Varady, T., Martin, R. R. and Cox, J., 1997, "Reverse Engineering of Geometric Models-An Introduction", Computer-Aided Design, Vol. 29, pp.255.

13. Shalaby, M. M., Metwalli, S. M., Nassef, A. O., Hegazi, H. A. and Ashraf, A. M., "Least-Squares Fitting Approach for the Reverse Engineering of Free Form Surfaces," Alexandria University International Conference on Production Engineering Design and Control (PEDAC), Alexandria, Egypt, February 13-15, 2001.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مندمجة

3/6

فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثفية إلى مراكز كهروحرارية مزدوجة

دكتور / حسين الربيعى

فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثيفية
الى مراكز كهروحرارية مزدوجة

د.حسين عبد علي الربيعي
المعهد العالي للميكانيك والكهرباء / هون
ص ب 61297 ـ هون ـ الجماهيرية الليبية

ملخص :

تضمن البحث نموذج رياضي لدراسة فاعلية تطوير التصميم الأساسي للمحطات البخارية التكثيفية إلى مراكز كهروحرارية مزدوجة ثنائية الضغط مخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية. وبصفة مقياس للفاعلية الإقتصادية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط تم في هذه الحالة إستخدام مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية في التصميم المقترح مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة (الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج مياه التحلية). وبذلك تم دراسة تأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية و الخواص الثيرموديناميكية الأساسية لهذه الوحدة على مقياس الفاعلية لتطوير التصميم الأساسي للمحطة البخارية. وقد بينت نتائج الدراسة:

- فاعلية إستخدام الدورة المزدوجة ثنائية الضغط في تطوير المحطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهروحرارية . حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى في كمية الوقود المستهلكة 554.4 ton/year لكل MW من الطاقة الكهربائية المنتجة للمحطة البخارية . وطبقا لذلك فان مقدار الإنخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (1.962 ton/MW.year) والطاقة الحرارية (16250 GJ/MW.year) المطروحة للوسط المحيط . وذلك عندما تكون كمية مياه التحلية المنتجة 27500 ton/MW.year .
- الفاعلية الإقتصادية والبيئية لإستخدام الوحدات التربينية الغازية ذات الإحتراق المتتابع في تطوير المحطات البخارية الى مراكز كهروحرارية . حيث بلغ أدنى مستوى من الزيادة بمقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة والمؤشرات البيئية السابقة الذكر أعلاه % 31 .
- زيادة كمية مياه التحلية المنتجة للمركز الكهروحراري الى 55000 ton/MW.year تؤدي الى إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة والمؤشرات البيئية السالفة الذكر بنسبة % 22 .

1 ـ المقدمة :

تميزت السنوات الأخيرة بإرتفاع نسبة إستخدام الوحدات التربينية الغازية لإنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة في تغطية حمل الشبكة الكهربائية في معظم دول العالم وبشكل خاص الدول النامية النفطية [2 , 1] . وإلى جانب ذلك فإن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية البخارية في معظم دول العالم مازالت تغطي نسبة مرتفعة من حمل إستهلاك الطاقة الكهربائية للشبكة . وإن قسم كبيرا من هذه المحطات أصبح من الناحية الفنية والتقنية غير إقتصادي ضمن المقايس العالمية الجديدة للمتانة و معدل إستهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية [3] .

ومن المعروف إن العديد من الدول النامية تعاني من شحة مصادر المياه العذبة الصالحة لأغراض الشرب والزراعة والصناعة . وقد كان أحد الحلول العلمية لهذه المشكلة هو تحلية مياه البحر بالطريقة الحرارية [4] . وذلك بإستخدام وحدات التحلية ذات الغليان الوميضي المتعدد المراحل. وتشير الدراسات الحديثة إلى الفاعلية الإقتصادية لإستخدام المراكز الكهروحرارية الغازية والمزدوجة [6 , 5] لتجهيز هذه الوحدات بكمية الطاقة الحرارية المطلوبة لتسخين المحلول الملحي في المبادل الحراري الأساسي . ولكن في حالة البلدان التي تعتمد فيها شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية بصورة رئيسية على المحطات البخارية التكثيفية يصبح من الضروري التفكير في تجهيز الطاقة الحرارية لوحدات التحلية السابقة الذكر أعلاه عن طريق إستنزاف البخار من التربينات التكثيفية. وذلك عندما تكون وحدات التحلية هذه موجودة داخل المحطة الكهربائية أو بالقرب منها [7]. ومن الجدير بالذكر في هذه الحالة يجب أن يؤخذ بعين الإعتبار القدرة التصميمية ومدى السماحية في زيادة الطاقة المحملة على مراحل التربينة البخارية [8]. ونتيجة لإستمرار البحوث العلمية لتقديم ماهو أكثر فاعلية إقتصادية في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية إتجه الباحثون إلى تبني فكرة الدورة المزدوجة في تطوير وتوسيع المحطات البخارية القديمة [9 , 10].

وتعتبر محطة الخمس الحرارية من أهم المحطات الكهربائية التكثيفية الموجودة حاليا في شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية للجماهيرية الليبية [9]. لذلك سوف نتطرق في هذه الدراسة إلى بحث إمكانية زيادة الفاعلية الإقتصادية والبيئية لمحطة الخمس الحرارية عن طريق تطوير التصميم الأساسي للمحطة الى مركز كهروحراري مزدوج ثنائي الضغط يتم فيه إنتاج الطاقة الكهربائية و الطاقة الحرارية اللازمة لوحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل .

2 ـ التصميم الأساسي للمحطة المدروسة :

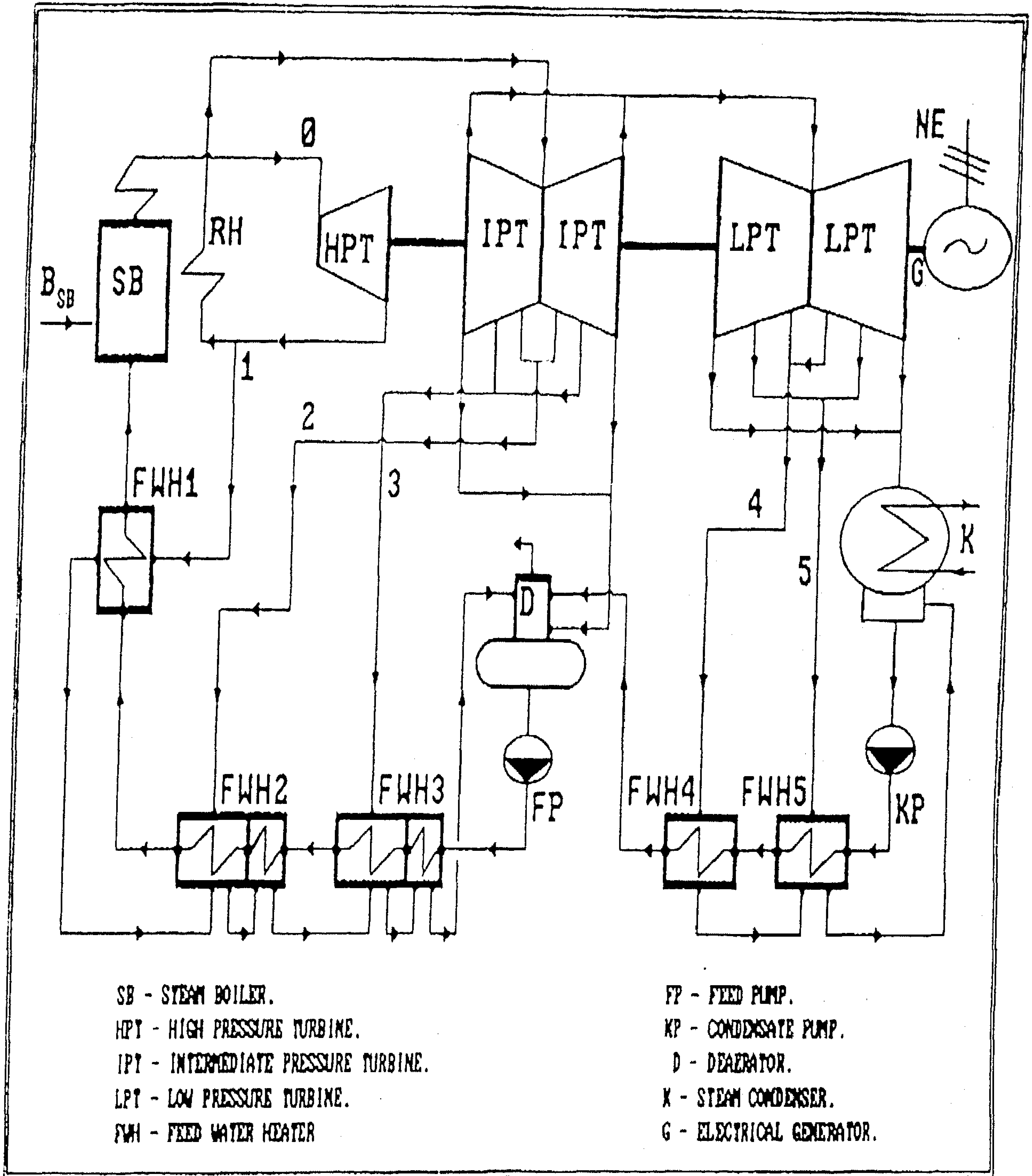
يتكون التصميم الأساسي لوحدات إنتاج الطاقة الكهربائية في محطة الخمس الحرارية من مرجل بخاري (SB) بطاقة إنتاجية (338.26 ton/hr) ووحدة تربينية بخارية تكثيفية ذات محور واحد و قدرة تصميمية 120 Mw ومرحلة واحدة لعملية إعادة تسخين البخار في المرجل كما هو موضح في الشكل (1). تعمل التربينة البخارية عند خواص إبتدائية للبخار (PO= 128.47 Bar; TO= 535 C) وتتكون من ثلاث إسطوانات (HPT ; IPT ; LPT) لتمدد البخار المجهز من المرجل . وتتضمن التربينة البخارية ستة نقاط لإستنزاف البخار من هذه الإسطوانات لغرض التسخين الإسترجاعي لمياه التغذية (الجدول (1)).

الجدول (1) خواص البخار عند نقاط الإستنزاف المختلفة من التربينة البخارية .

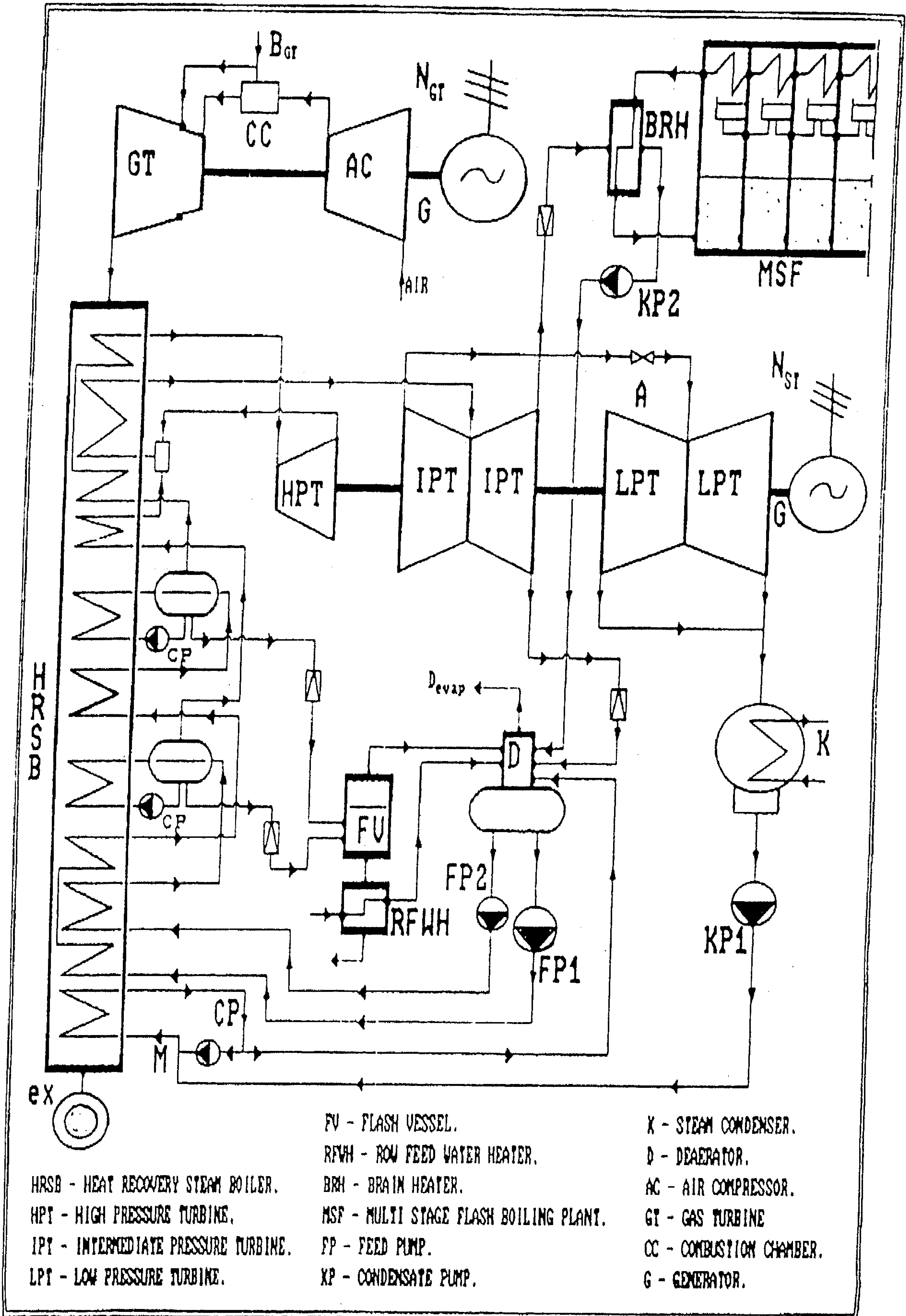
Point	1	2	3	D	4	5	X
P , bar	29.87	16.23	9.43	4.07	2.15	0.70	0.05
T , °C	329.34	460.22	381.90	296.25	211.05	108.81	34.00

3 ـ خواص التصميم المدروس :

التصميم المقترح لتطوير التصميم الأساسي لوحدات المحطة المدروسة مبين في الشكل (2). حيث تم تعديل تصميم المحطة البخارية إلى مركز كهروحراري مزدوج يتم فيه إستغلال الطاقة الحرارية لغازات العادم الخارجة من التربينة الغازية في مرجل بخاري ثنائي الضغط (HRSB) مخصص لإنتاج كمية البخار المطلوبة للتربينية البخارية في التصميم الأساسي للمحطة في حالة نظام التشغيل الجديد. وبناء على ذلك فإن البخار المنتج في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل بعد أن ينجز مقدار من الشغل داخل إسطوانة الضغط العالي للتربينة البخارية يتم توجيهه الى محمص إعادة التسخين البخار في المرجل (HRSB). وذلك بعد أن يتم خلطه بكمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل والمجهزه عند الخواص المطلوبة لبداية عملية إعادة التسخين في المرجل. وبعد إجراء عملية إعادة التسخين للبخار يتم تجهيز البخار المنتج في مرحلتي الضغط للمرجل إلى إسطوانة الضغط المتوسط للتربينة البخارية. حيث يتمدد داخل هذه



الشكل (١) التصميم الأساسي للمحطة البخارية .



الشكل (2) التصميم المقترح للمركز الكهروحراري المزدوج .

الإسطوانة حتى ضغطه التصميمي في نهاية إسطوانة الضغط المتوسط نتيجة لوجود صمام التحكم (A) في كمية البخار المجهزة لإسطوانة الضغط المنخفض. وينقل البخار عبر الصمام (A) إلى إسطوانة الضغط المنخفض للتربينة البخارية بعد أن يتم إستنزاف كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية وخزان نزع الهواء والغازات المذابة . حيث تتمدد الكمية المتبقية من البخار داخل إسطوانة الضغط المنخفض لغاية ضغط البخار عند المكثف.

وقد تم في التصميم المقترح إلغاء المبادلات الحرارية المخصصة للتسخين الإسترجاعي لمياه التغذية والمتكثف الأساسي. وإستخدام نقطة إستنزاف البخار المخصصة لخزان نزع الهواء في التصميم الأساسي للمحطة لتجهيز كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية وخزان نزع الهواء (الذي يعمل وفقا للتصميم المدروس عند ضغط (PD= 2.5 bar)). ولغرض التقليل من كمية البخار المستنزفة لخزان نزع الهواء يتم تسخين المتكثف الأساسي (إلى درجة حرارة أصغر من درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط خزان نزع الهواء بمقدار 5 °C) عن طريق وضع مبادل حراري مخصص لهذا الغرض في المرجل. بعد أن يتم رفع درجة حرارة هذا المتكثف لغاية 80 °C عن طريق نقطة الخلط (M) الموضحة في الشكل (2). وذلك لمنع تآكل أنابيب المبادل الحراري الغازي في حالة وجود نسبة من مركبات الكبريت في الوقود المستخدم في المركز الكهروحراري.

وإضافة لما سبق فقد تم الأخذ بعين الإعتبار وجود خزان التمدد (FV). الذي يتم فيه إنتاج كمية من البخار الوميضي عن طريق كمية المياه المستنزفة من إسطوانتي مرحلتي الضغط للمرجل. وكذلك مبادل حراري (RFWH) لتسخين المياه التعويضية للمركز الكهروحراري عن طريق الإستفادة القصوى من الطاقة الحرارية المتبقية في المياه المستنزفة من خزان التمدد.

أما تصميم وحدة التحلية (MSF) فيتكون من مبادل حراري أساسي (BRH) لتسخين المحلول الملحي عن طريق كمية البخار المستنزفة من التربينة البخارية وعشرون خلية لإنتاج مياه التحلية. وتنقسم خلايا التحلية الى مجموعتين . المجموعة الأولى هي خلايا إسترجاع الطاقة الحرارية إلى وحدة التحلية عن طريق تمرير المحلول الملحي في مكثفات هذه الخلايا (وتشمل الخلايا من الخلية الأولى حتى الخلية السابعة عشر) . أما المجموعة الثانية فهي خلايا طرح الطاقة الحرارية من وحدة التحلية للوسط المحيط عن طريق مياه التبريد لمكثفات هذه الخلايا (وتشمل الخلايا من الخلية الثامنة عشر حتى الخلية العشرون) .

ومن الجدير بالذكر تم في الدراسة الحالية إستخدام نوعين من التصاميم للوحدة التربينية الغازية:

ـ التصميم الأول (وحدة تربينية غازية مصممة بدورة بسيطة وتضم الأجزاء الأساسية التالية : ضاغط هواء AC ، غرف إحتراق موزعة بشكل دائري CC ، تربينة غازية GT ، مولد كهربائي G).

ـ التصميم الثاني (وحدة تربينية غازية مصممة بدورة بسيطة مع إحتراق متتابع للوقود. وبذلك فإن تصميم الوحدة التربينية الغازية يضم إضافة الى الأجزاء الأساسية السالفة الذكر في التصميم الأول غرف إحتراق موزعة بشكل دائري داخل التربينة الغازية بعد المرحلة الأولى من هذه التربينة).

4 ـ طريقة دراسة الفاعلية الإقتصادية :

لدراسة الفاعلية الإقتصادية والبيئية للمراكز الكهروحرارية المزدوجة الثنائية الضغط يستلزم الأمر حساب التصميم الحراري لعدة بدائل مختلفة للتصميم المدروس تتميز عن بعضها [illegible] الى [illegible] التربينة الغازية [illegible] والخواص التصميمية المدروسة بشكل تنسيقي متتابع لغرض حساب المؤشرات الإقتصادية الحرارية والبيئية لهذه البدائل عند كل حالة. ومن الجدير بالذكر إن الخواص التصميمية الأساسية المدروسة في هذه الحالة : درجة الحرارة الإبتدائية للغازات قبل التربينة الغازية (T3) ونسبة الضغط للهواء في الضاغط (PRC). أما الفاعلية الإقتصادية والبيئية فيتم تحديدها في هذه الحالة عن طريق مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهرباشية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل لهما. وبذلك فإن مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لتطوير التصميم الأساسي للمحطة البخارية التكثيفية الى مركز كهروحراري مزدوج مخصص لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية :

$$DBST = \frac{3600 * [\ NST + NGT - (\ NEST\ )_o - NFP1 - NFP2\ ]}{Qcv * EST} + (\ BSB\ )_o + (\ BLPSB\ ) - BGT \qquad (1) \quad \rightarrow \max$$

حيث :

BGT , NGT ـ الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) ومعدل إستهلاك الوقود (ton/hr) للوحدة التربينية الغازية على الترتيب.

NST ـ الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) للوحدة التربينية البخارية في حالة نظام التشغيل الجديد.

(BSB)o , (NEST)o ـ الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) ومعدل إستهلاك الوقود (ton/hr) للمرجل في حالة التصميم الأساسي للمحطة على الترتيب.

NFP2 , NFP1 ـ الطاقة الكهربائية المستهلكة (Mw) في مضخة التغذية للمرحلة الأولى والثانية من المرجل على الترتيب.

EST ـ كفاءة المحطة المزدوجة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة.

Qcv ـ القيمة الحرارية (KJ/Kg) للوقود النوعي.

BLPSB ـ معدل إستهلاك الوقود (ton/hr) في مرجل وحدة التحلية لغرض تجهيز هذه الوحدة بالطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج مياه التحلية.

وبذلك فإن البديل المناسب هو الذي يعطي أقصى قيمة للمعادلة (1) (أي البديل الذي عنده التصميم المدروس للوحدة التربينية الغازية والخواص الثيرموديناميكية المدروسة لهذه الوحدة تعطي أقصى فاعلية ممكنة عن طريق مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة لإنتاج نوعي الطاقة (الحرارية و الكهربائية).

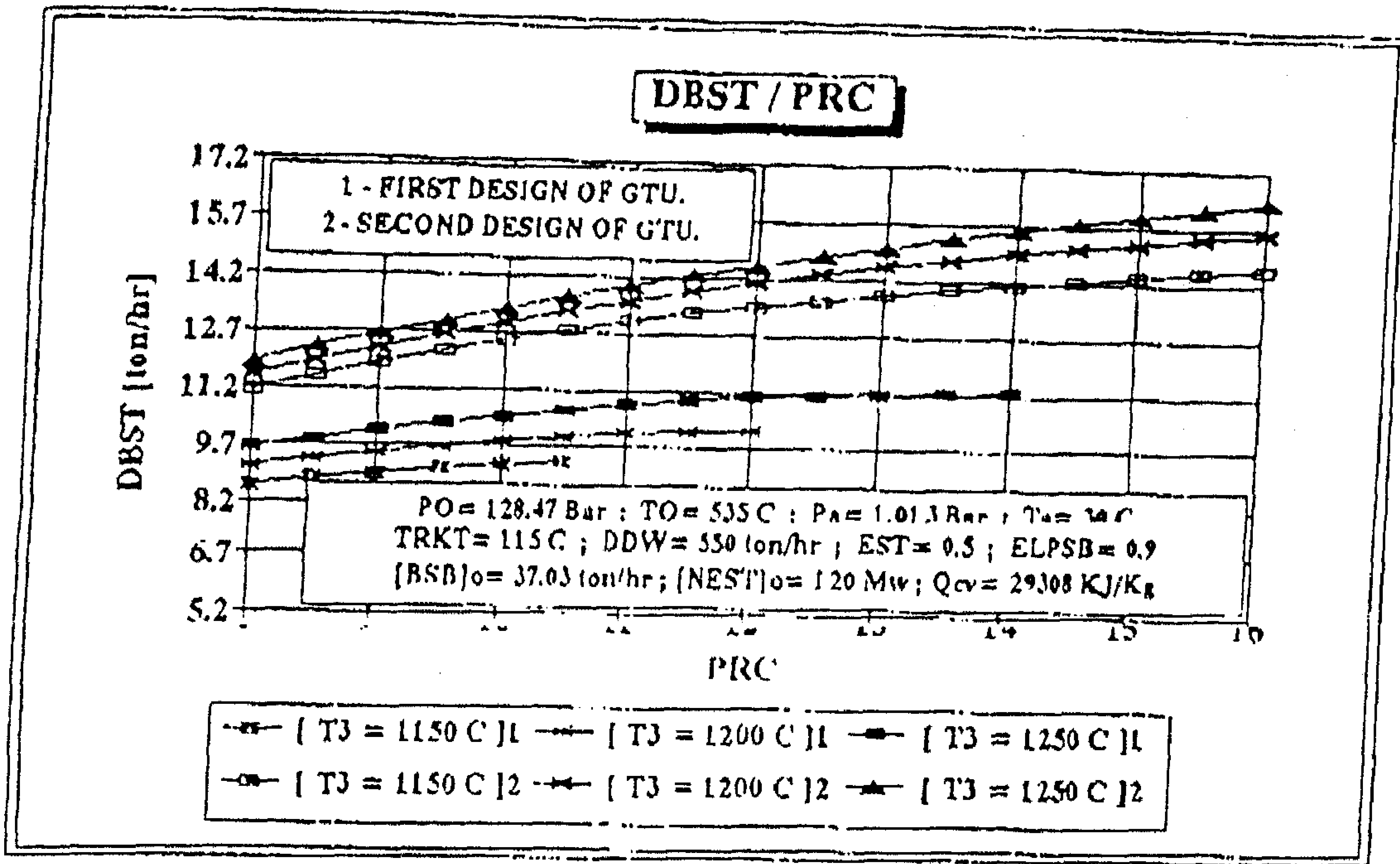
ومن الجدير بالذكر في عملية بناء النموذج الرياضي الخاص بحساب التصميم الحراري للمركز الكهروحراري المزدوج تم إستخدام طريقة حساب المراكز الكهروحرارية البخارية [11] ، وطريقة حساب الوحدات التربينية الغازية ذات درجات الحرارة الإبتدائية المرتفعة للغازات [12] ، وطريقة حساب المراجل البخارية المخصصة لإستغلال المصادر الثانوية للطاقة [13] ، وطريقة حساب وحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل [14]. إضافة الى ماتقدم تم تعديل طريقة حساب الوحدات التربينية الغازية أعلاه للتعامل مع الوحدات التربينية الغازية ذات الإحتراق المتتابع وتحديد نسبة التمدد للغازات في المرحلة الأولى للتربينة الغازية من شروط عدد المراحل لهذه التربينة والتوزيع المتساوي لمقدار الهبوط في طاقة الغازات على هذه المراحل [15].

5 ـ نتائج دراسة الفاعلية للتصميم المدروس :

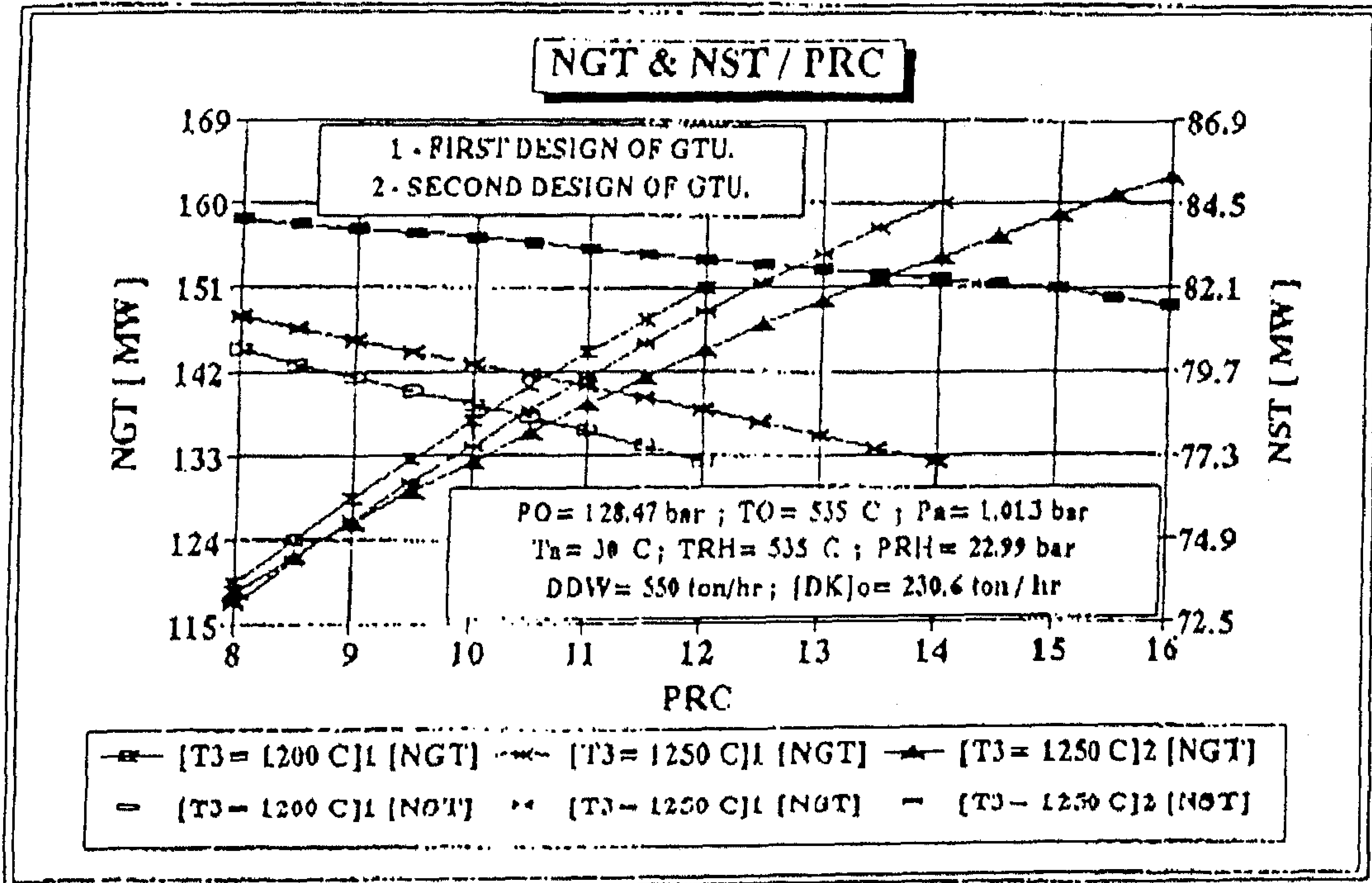
تم دراسة تأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية والخواص التصميمية الأساسية السابقة الذكر أعلاه (الفقرة 4) على مقياس الفاعلية الإقتصادية للتصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج DBST (مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية و مياه التحلية). ويبين الشكل (3) تأثير نسبة الضغط للهواء (PRC) على مقدار التوفير في كمية الوقود من العلاقة (1) عند درجات حرارة إبتدائية مختلفة للغازات(T3) قبل التربينة الغازية . حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة مع زيادة نسبة الضغط . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى إرتفاع كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهروحراري نتيجة لزيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية NGT بمقدار أكبر من الإنخفاض في كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية NST (الشكل (4)). ومن ثم زيادة كفاءة المركز الكهروحراري على إنتاج الطاقة الكهربائية . وعند ثبوت نسبة الضغط وإرتفاع درجة الحرارة الإبتدائية للغازات قبل التربينة الغازية يلاحظ من الشكل (3) زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة. ويمكن تفسير ذلك في هذه الحالة إلى زيادة مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية وإرتفاع درجة حرارة غازات الإحتراق بعد التربينة الغازية . مما يؤدي ذلك الى إنخفاض كمية غازات الإحتراق المطلوبة في المرجل لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينية البخارية . ومن ثم هبوط معدل إستهلاك الوقود للمركز الكهروحراري بمقدار أكبر من الإنخفاض في الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية (الشكل (4)).

ويبين الشكل (3) إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة DBST في حالة إستخدام التصميم المدروس الثاني للوحدة التربينية الغازية في المحطات والمراكز الكهروحرارية المزدوجة ثنائية الضغط مقارنة مع التصميم المدروس الأول لهذه الوحدة . والسبب في ذلك يعود الى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية (الشكل (4)) وإرتفاع مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية . مما يؤدي الى إنخفاض معدل إستهلاك الوقود للوحدة التربينية الغازية بمقدار أكبر من الهبوط في الطاقة الكهربائية المنتجة لهذه الوحدة (الشكل (4)).

وكذلك يلاحظ من الشكل (3) هنالك قطع في نهاية المنحنيات في حالة التصميم المدروس الأول



الشكل (3) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).



الشكل (4) علاقة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية (NST) والغازية (NGT) مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).

NGT . ويمكن تفسير ذلك الى إرتفاع درجة حرارة غازات الإحتراق بعد التربينة الغازية . مما يؤدي ذلك إلى زيادة كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل (الشكل (5)) وإنخفاض كمية غازات الإحتراق المطلوبة في المرجل لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينية البخارية بمقدار أكبر من الزيادة في الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية .

وكذلك تم دراسة تأثير خواص الوحدة التربينية الغازية على كمية البخار المنتجة في مرحلتي الضغط من المرجل . حيث يلاحظ من الشكل (5) عند ثبوت نسبة الضغط للهواء و زيادة درجة الحرارة الإبتدائية للغازات إرتفاع كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل DSB1 . وذلك بسبب زيادة كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في هذه المرحلة نتيجة لإرتفاع درجة حرارة الغازات بعد التربينة الغازية . ويلاحظ كذلك هبوط كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل DSB2 مع إرتفاع درجة الحرارة الإبتدائية للغازات قبل التربينة الغازية . والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى إنخفاض درجة حرارة غازات الإحتراق بعد موفر مرحلة الضغط المرتفع من المرجل نتيجة لزيادة كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين مياه التغذية لهذه المرحلة من المرجل . وعند زيادة نسبة الضغط للهواء وثبوت درجة الحرارة الإبتدائية للغازات يلاحظ من الشكل (5) هبوط كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل . وذلك بسبب إنخفاض كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في هذه المرحلة. أما كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل فإنها تزداد مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء. والسبب في ذلك يعود إلى إنخفاض كمية مياه التغذية اللازمة لمرحلة الضغط المرتفع من المرجل . ومن ثم إرتفاع درجة حرارة غازات الإحتراق بعد موفر هذه المرحلة من المرجل . وبالتالي زيادة كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل .

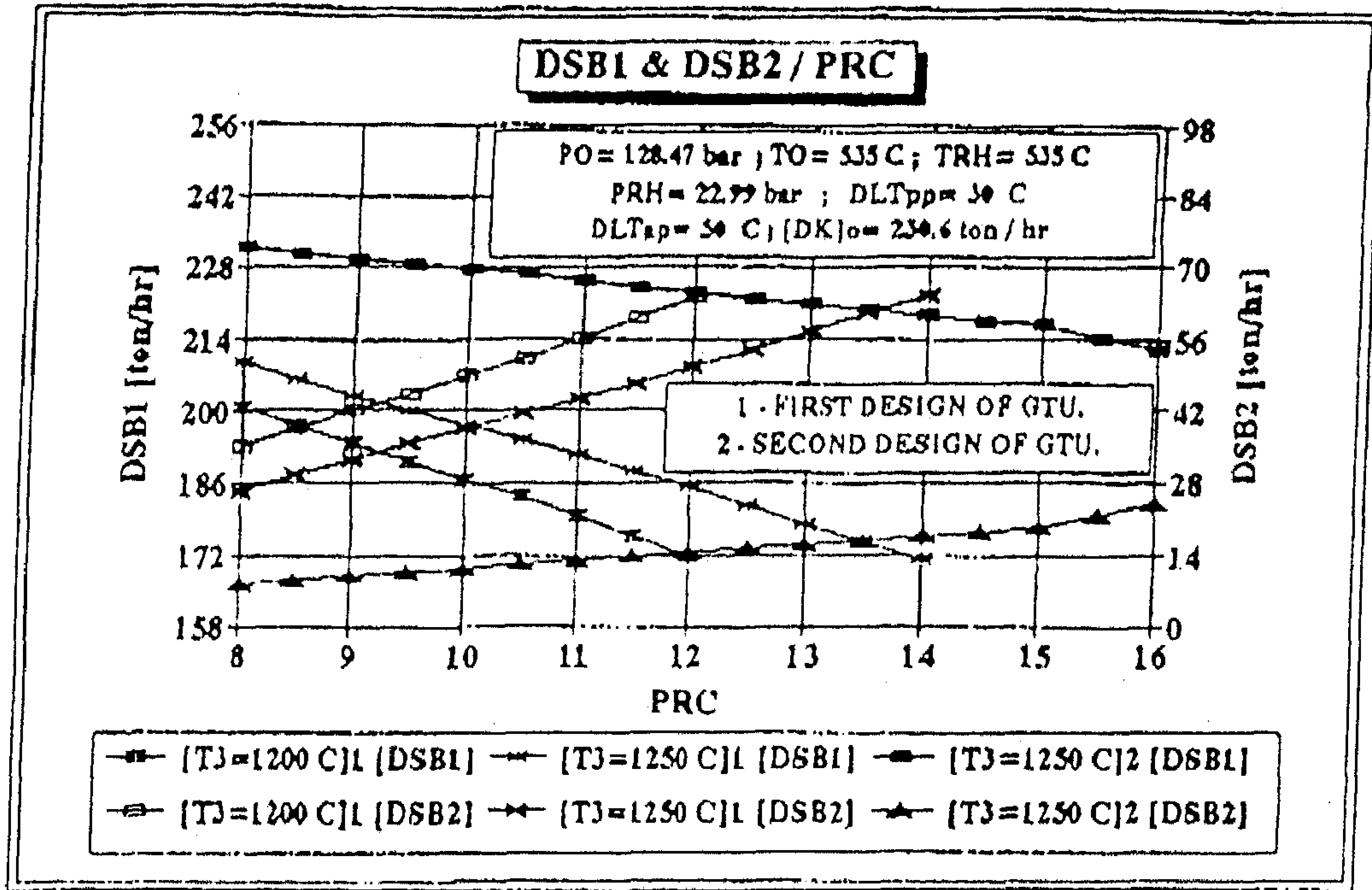
تأثير كمية مياه التحلية المنتجة DDW وكفاءة المحطة التعويضية EST لإنتاج الطاقة الكهربائية على مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة DBST مبين في الشكل (6). حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة مع زيادة كمية مياه التحلية المنتجة . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى إرتفاع كمية الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية بمقدار أكبر من الإنخفاض في كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية (نتيجة لإرتفاع

للوحدة التربينية الغازية . وسبب ذلك يمكن تفسيره إلى عدم توافق شروط إنتاج البخار في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل كنتيجة لإنخفاض درجة حرارة الغازات بعد التربينة الغازية مع زيادة نسبة الضغط للهواء في هذه الوحدة.

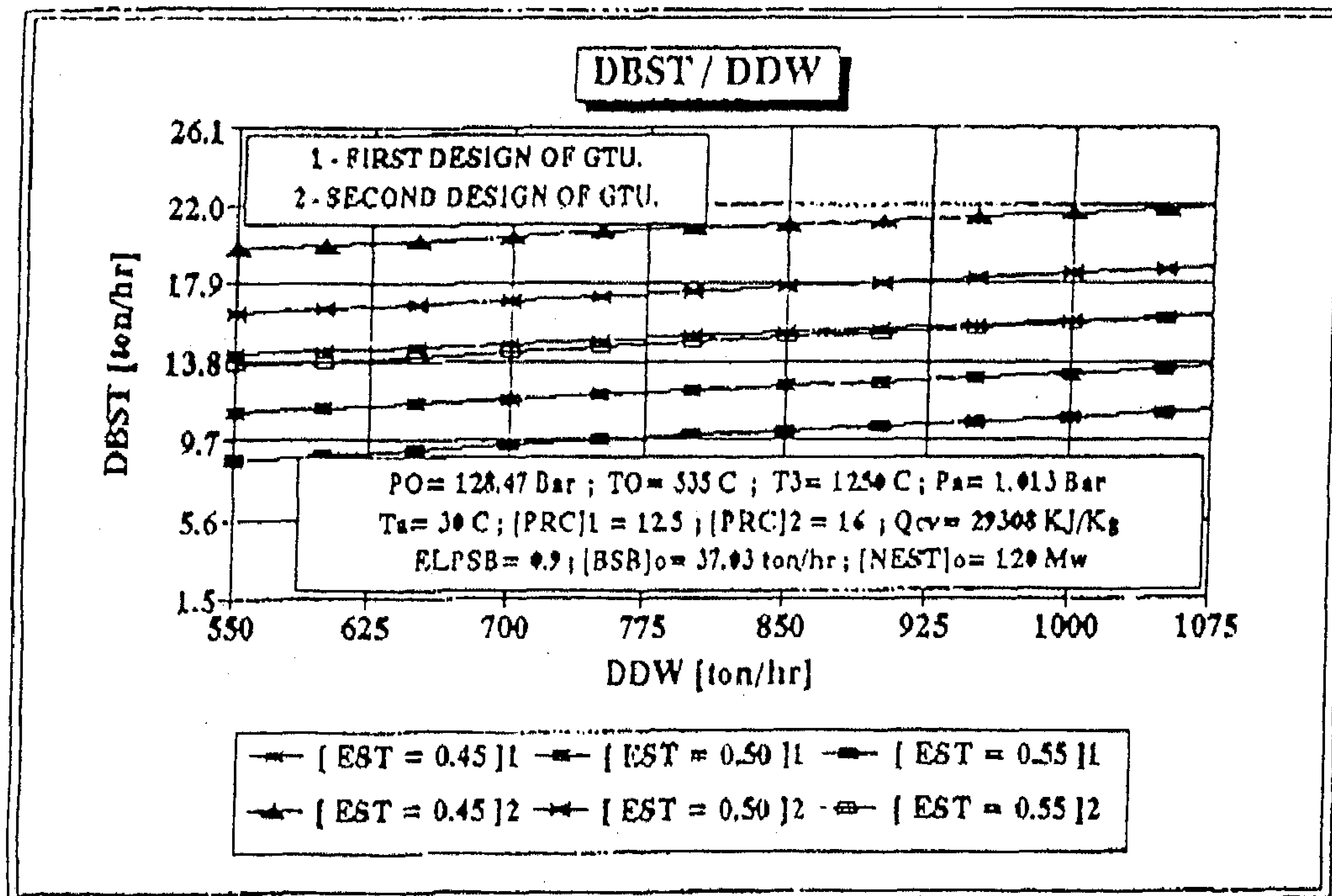
تأثير الخواص الثيرموديناميكية الأساسية للوحدة التربينية الغازية على مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدات التربينية الغازية والبخارية مبين في الشكل (4). حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية NGT مع زيادة نسبة الضغط للهواء في هذه الوحدة. وذلك بسبب إرتفاع كمية الغازات المطلوبة لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينية البخارية وزيادة مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء (وذلك في المجال المدروس لهذه النسبة). ويبين الشكل (4) هبوط كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية NST مع زيادة نسبة الضغط للهواء. والسبب في ذلك يعود الى إنخفاض كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل DSB1 (الشكل (5)). ومن ثم هبوط مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة لإسطوانة الضغط المرتفع (HPT) من التربينة البخارية.

تأثير درجة الحرارة الإبتدائية للغازات على مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهروحراري المزدوج مبين في الشكل (4). حيث يلاحظ من الشكل إنخفاض مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية مع إرتفاع درجة الحرارة الإبتدائية للغازات قبل التربينة الغازية. والسبب في ذلك يرجع إلى إرتفاع درجة حرارة الغازات بعد التربينة الغازية. ومن ثم إنخفاض كمية الغازات المطلوبة لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينية البخارية بمقدار أكبر من الزيادة في مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية. أما تأثير إرتفاع درجة الحرارة الإبتدائية للغازات على كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية فهو زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة لهذه الوحدة . وذلك بسبب إرتفاع كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل (الشكل (5)). ومن ثم زيادة مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة لإسطوانة الضغط المرتفع (HPT) من التربينة البخارية.

وكذلك يبين الشكل (4) عند ثبوت الخواص الثيرموديناميكية المدروسة للوحدة التربينية الغازية فإن إستخدام الإحتراق المتتابع في هذه الوحدة يؤدي الى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية NST وهبوط كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية



الشكل (5) علاقة كمية البخار المنتجة في مرحلتي الضغط للمرجل مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).



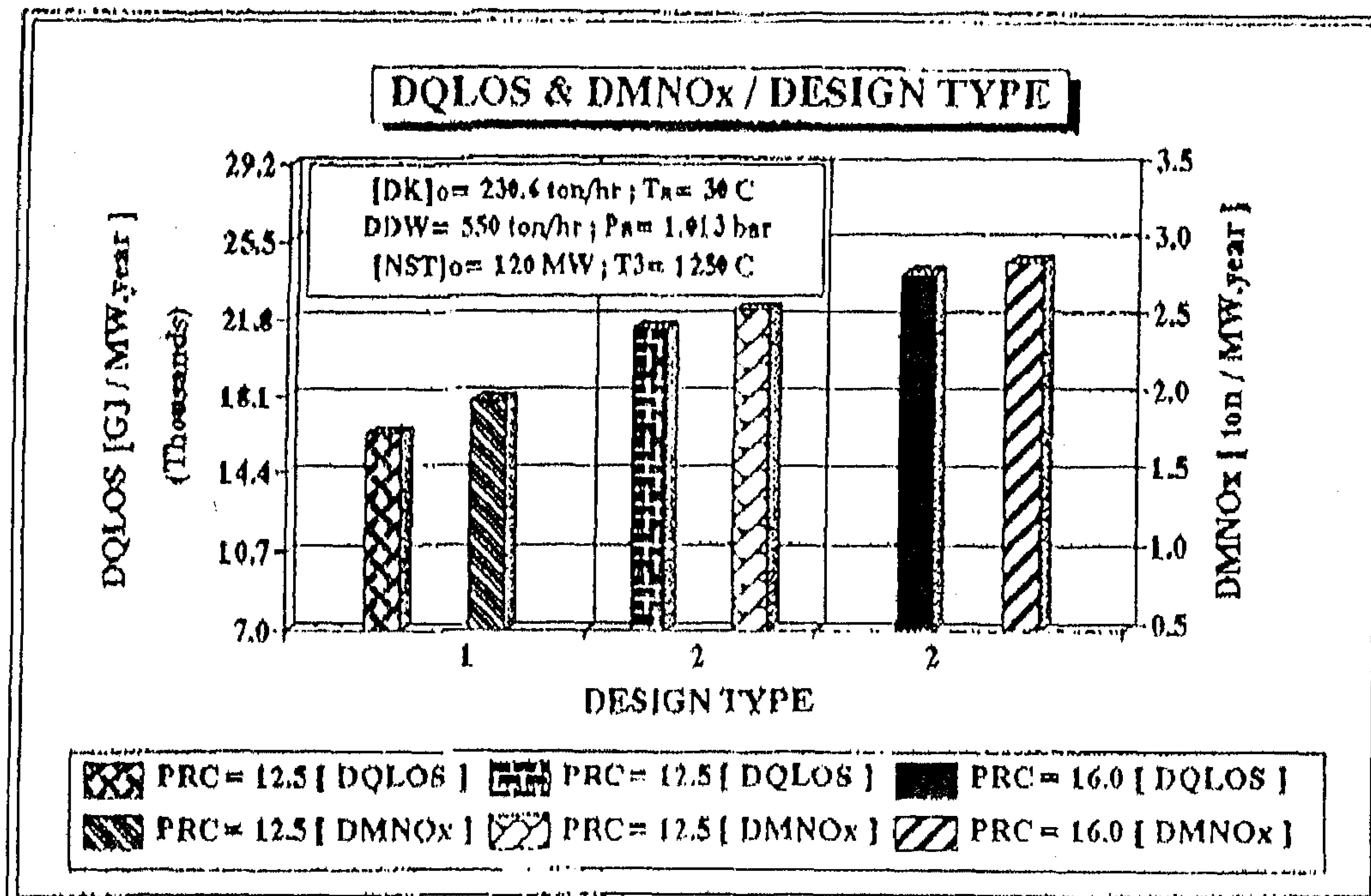
الشكل (6) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع كمية مياه التحلية المنتجة (DDW)عند قيم مختلفة لكفاءة المحطة التعويضية (EST).

كمية البخار المستنزفة من التربينة البخارية). مما يؤدي ذلك الى زيادة كمية الوقود المستهلكة في عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة (الكهربائية والحرارية). وعند ثبوت كمية مياه التحلية المنتجة وزيادة كفاءة المحطة التعويضية يلاحظ من الشكل (6) هبوط مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة . وذلك بسبب إنخفاض معدل إستهلاك الوقود على إنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة التعويضية . وكذلك يبين الشكل (6) زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة عند إستخدام التصميم المدروس الثاني للوحدة التربينية الغازية مقارنة مع التصميم المدروس الأول لهذه الوحدة . والسبب في ذلك يعود الى هبوط معدل إستهلاك الوقود في المركز الكهروحراري المزدوج على إنتاج الطاقة الكهربائية.

وقد تم دراسة الفاعلية البيئية لتصميم المركز الكهروحراري المزدوج المدروس وتأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية على هذه الفاعلية . حيث يلاحظ من الشكل (7) مقدار الإنخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (DMNOx) والطاقة الحرارية (DQLOS) المطروحة للوسط المحيط نتيجة لإستخدام التصميم المقترح للمركز الكهروحراري المزدوج مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل للطاقة الكهربائية ومياه التحلية . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى هبوط معدل إستهلاك الوقود لإنتاج نوعي الطاقة (الكهربائية والحرارية) في التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج وإنخفاض كمية غازات الإحتراق والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط . وكذلك يلاحظ من الشكل (7) زيادة مقدار الإنخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (DMNOx) والطاقة الحرارية (DQLOS) المطروحة للوسط المحيط مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية. وذلك بسبب زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة وإرتفاع كفاءة المركز الكهروحراري المزدوج على إنتاج هذه الطاقة . ومن ثم زيادة معدل إستهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة التعويضية . مما يؤدي الى إرتفاع كمية غازات الإحتراق والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط في عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة .

وكذلك يبين الشكل (7) الفاعلية البيئية لإستخدام الوحدات التربينية الغازية ذات الإحتراق المتتابع (التصميم المدروس الثاني) في المحطات والمراكز الكهروحرارية المزدوجة . حيث بلغ أدنى مستوى من الزيادة في مقدار الإنخفاض في كمية أكاسيد النتروجين والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط % 31 مقارنة مع إستخدام التصميم المدروس الأول للوحدة التربينية

الغازية . والسبب في ذلك يعود الى إرتفاع كفاءة المحطة المزدوجة أو المركز الكهروحراري المزدوج . ومن ثم هبوط معدل إستهلاك الوقود في المحطة المزدوجة أو المركز الكهروحراري المزدوج على إنتاج الطاقة الكهربائية .



الشكل (7) علاقة مقدار الإنخفاض في كمية الطاقة الحرارية (DQLOS) وأكاسيد النتروجين (DMNOx) المطروحة للوسط المحيط مع تصميم الوحدة التربينية الغازية عند قيم مختلفة لنسبة الضغط للهواء (PRC) في هذه الوحدة .

6 ـ خلاصة النتائج و التوصيات :

نتائج دراسة فاعلية التصميم المقترح للمركز الكهروحراري المزدوج تشير إلى :

1.6 ـ الفاعلية الإقتصادية والبيئية لإستخدام الدورة المزدوجة الثنائية الضغط في تطوير المحطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهروحرارية . حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى في كمية الوقود المستهلكة 554.4 ton/year لكل MW من الطاقة الكهربائية المنتجة للمحطة البخارية . وطبقا لذلك

(REFERENCES) المصادر المستخدمة

1. MAHMOOD ASGAR (1997)

   Combined Cycle Power Plant at Alba / Arab Electricity 97 Conference in Manama , Bahrain , From 3 : 5 March , 1997 .

2. CMI (1995)

   First Combined Cycle in Saudia Arabia / CMI , Energy Division , Avenue Greiner - 1 , B - 4100 , Seraing , Belgium.

3. MIRO R. SUSTA & PETER LUBY (1997)

   Combined Cycle Power Plant Efficiency : a prognostic extrapolation / Modern Power Systems , pp. 21 : 24 , April , 1997 .

4. WATER DESALINATION INTERNATIONAL (1998)

   Cost of Water Verse Cost of Energy to Produce Fresh Water / Information @ waterdesalination.com (Internet Communication).

5. Cogeneration Plant with Desalination (1995)

   CMI , Energy Division , Avenue Greiner - 1 ,B - 4100 , Seraing , Belgium.

6. SVEN ERLANDSSON (1997)

   Small Cogeneration for Efficiency Improvement / Cogeneration and Competitve Power Journal (USA) , Vol. 12 , No. 1 , pp. 47 : 61 .

7. KACHAN A.D. , LENKOV A.M. (1991)

   Thermal and Nuclear Power Station. A Study aid for Higher School Graduates / Minsk, Vish. Shcola , 336 pp. .

8. HUSSAIN ABED ALI (1986)

600 Mw powerful Thermal Power Station for IRAQ Conditions / Diploma Thesis, Thermoelectric Power Station Department, Byclorussian Polytechnic Institute , Minsk - USSR .

9. HUSSAIN ABED ALI (1998)

The Economical Effectiveness of Using The Modern Technology To Solve Energy and Environmental Problems / The Third Workshop on Energy and Environment , IEF , 20 : 21 October 1998 , Tripoli , LIBYA .

10. ARDEN B.W. (1995)

Power Plant Topping Cycle Repowering / Energy Engineering (USA) , Vol. 92 , No. 5, pp. 49 : 71 .

11. AMINOV R.Z. & KLEBALEN U.M. (1989)

Cogeneration Steam Power Plants and There Exploitation / Moscow , Vish. Shcola , 256 pp. .

12. ARSENYEV I.V. & TYRYSHKIN V.G. (1989)

Gas Turbine Plants / Leningrad , Mashinostroine , 543 pp. .

13. VOINOV A.P. & KUPERMAN L.E. (1989)

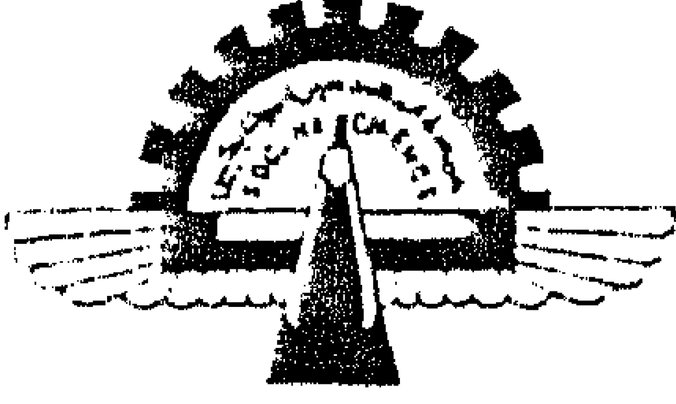
Heat Recovery Steam Boilers / Moscow , Energia , 272 pp. .

14. TAUBMAN E.I. & PASTUSHENKO B.C. (1990)

Multistage Flash Boiling Plants and Process / Moscow , Energyia , 184pp.

15. LUTHI (1994)

The ABB GT24/26 Gas Turbine Family with Sequential Combustion / PowerGen Europe Conference , Vol. 9 , May 1994 , Koln , Germany .



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوچيا مندمجة

4/6

منظم التربين كنموذج للتقنيات الخطية

مهندس/ محمد محمود قرقر

The gas turbine controller as an example of hybrid technologies

By Engineer Mohammed Korkor
Turbine specialist

1- Introduction

The gas turbine controller had begun as a purely mechanical one and in the course of years other technologies were introduced. Now this controller represents an excellent example of hybrid technologies in a masterpiece of mechanical, electrical, hydraulic, electronic and informatic components. This paper tries to send a message for both designers and maintenance engineers. All what is calculation, whether mathematical or logic should be done in software, within the microprocessor or the computer. Measurements (inputs) and commands (outputs) are to be interfaced to the microprocessor. The mechanical, hydraulic or even electronic components are to be a minimum.

2- control functions

The development of gas turbine control functions has tightly followed the development in control circuit technology. It started with the simple speed regulation and ended with a long list :

1) Control of sequences:
Specially of starting and shut-off, which culminated with a complete turbine operation autonomy or unattended operation.

2) Measurement of important variables that concern :

a-Safety :
Measurements of rotor speed, gas temperature at the turbine outlet, oil pressures and temperatures at different critical points, etc.
b-Economy :
Measurement of output power, fuel consumption, etc.
c-Quality :
Measurement of output frequency for turbogenerators, of starting time for emergency and peaking units.
d) Emissions :

For environment protection, emissions of C, CO, SOx, NOx and the unburned hydrocarbons measurements are recently introduced.
3) Display :
Important parameters are displayed for the attention of the operator. This is the first step of protection. Displaying could be divided into two main categories :

a) Continuous displaying : with the help of analog displays, digital displays and computer monitors.
b) Selective displaying : using channel selectors, computer monitors, etc.

4) Alarm :
This is the second step of protection against parameters exceeding specific thresholds. The thresholds are chosen such as to leave a sufficient chance for intervention and correction of the situation by the operator, without turbine shut down. The alarm could be visual or audible. It could be local in the turbine cell or remote at the control room.

5) Automatic trip:
It is the last recourse in the turbine protection. We should refrain from much tripping and use it only in really necessary conditions. It costs much in terms of production loss and in terms of machine life. Machine life is calculated by the number of operation hours and the number of starts duly combined. The tripping threshold is chosen such that the turbine is not yet damaged, but there is no more a chance for intervention on line to avoid damage.

6) Regulation :
It is maintaining a parameter between two fixed limits. Generally, this is done for the parameters related to quality and for contract parameters. Examples are the electrical generator output frequency.

7) Limitation :
It is maintaining a parameter under or over a certain limit. Generally it is applied to safety parameters, such as gas temperature at the turbine inlet, the principal hydraulic pump output pressure, etc.

8) Registering :
Modern control systems register certain measured parameters for subsequent analysis.

9) Analysis of registered data : this represents a managerial aid, because it helps to conclude upon :
- The unit efficiency , hence the state of internal components, hence the establishment of the maintenance plan.
- The efficiency of operation and loading policy.
- The design validity, hence the manufacturer competence. This is important for future procurements and the establishment of the list of agreed suppliers and the weighting factors.
- The management of spare parts in order to minimize the cost of acquisition and storage of spare parts and the production loss due to unit down time.

10) Self diagnostics :
With the advent of artificial intelligence and expert systems, the control systems are now able to display the fault, the possible causes and the recommended intervention.

11) Reporting :
In order to integrate the turbine control system in the company management system.

2- Design of gas turbine control system

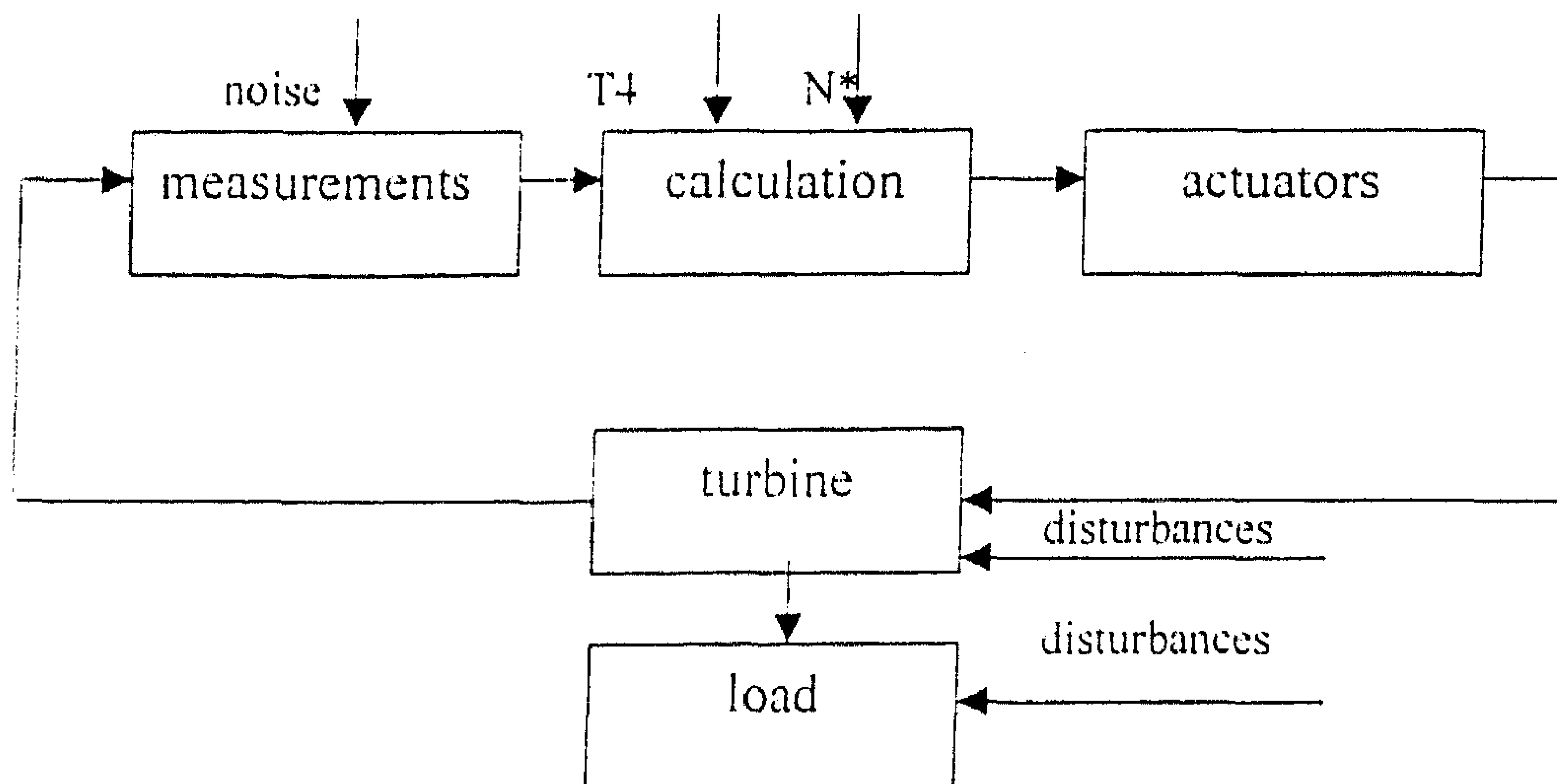


Figure 1 Gas turbine control system.

The control system consists of three modules :

a) Measurement module

Measurements have started purely mechanical, as the computation itself was mechanical. Then appeared the measurements of electric output which were easy to interface to the electronic analog calculator and then to the digital calculator.

b) Calculation module

* Mathematical calculation :
It started mechanical then became successively : hydromecanical, electronic analog then digital then computer based.

* Logic calculation :
The logic calculation also passed by many steps of technological development :

1-Mechanical logic.
2-Electric logic with wiring and switches.
3-Solid-state discrete-elements logic (diodes and transistors).
4-Integrated-circuit logic gates : AND, OR, NOR, NAND,..etc.
5- then appeared other sequence control elements such as flip-flops, timers, counters, shift registers, hardware-realized mathematical functions .
7- PLC (Programmable Logic Controller) :
The pneumatic controllers dominated the sequence control for about 40 years, till the PLCs replaced them. A PLC may use an electropneumatic, electrohydraulic or

solenoid valve to drive a hydraulic or pneumatic cylinder which do the job of a mechanical interface which produces the mechanical displacement.

The PLC is mainly a sequence controller, universal and programmable. There are specialized companies which assume the job of design, manufacture, development of complicated circuits for logic calculation. They offer us controllers , ready made, tested, validated, qualified and approved. They are mass-produced hence inexpensive. The design engineer of control systems is thus spared of the tedious and uncertain work of designing these circuits out of discrete elements mentioned above. He will rather obtain ready made reliable inexpensive and compact circuit. Moreover, he will save time.

However, the user or the system designer has still to:
- study the process and analyze the system to be controlled.
- Select the suitable PLC.
- Write the control program .
- Load the program to the PLC.
- Test the performance of the PLC control system.
- Solve the adaptation problems which rise up.

At first, PLC programming was done using special machines, now it is done by PCs. Now, PLCs would contain multiple microprocessors and huge memories. They have become real controllers capable of sequence control and continuous process control.
8-software logic realized by computers.

c) Actuation module

Actuators are generally a sort of converters and amplifiers. They convert energy from one form to another and amplify the calculator output signal which is generally of low power to give it a high power sufficient to manipulate energies sometimes very huge. Amplification could be done at several stages.

3- Mechanical governer

The pure mechanical governer, used flyweights to detect shaft speed. When the speed increases, the centrifugal force increases, the weights get farther from the rotation axis and the valve rod mounts against the spring in order to reduce the fuel flow and restore the regulated value of the speed.

$mc = f(x)$
Where

mc = fuel flow.
x = position of the fuel throttle valve.
$x = f(N)$
N = turbine shaft rotation speed.

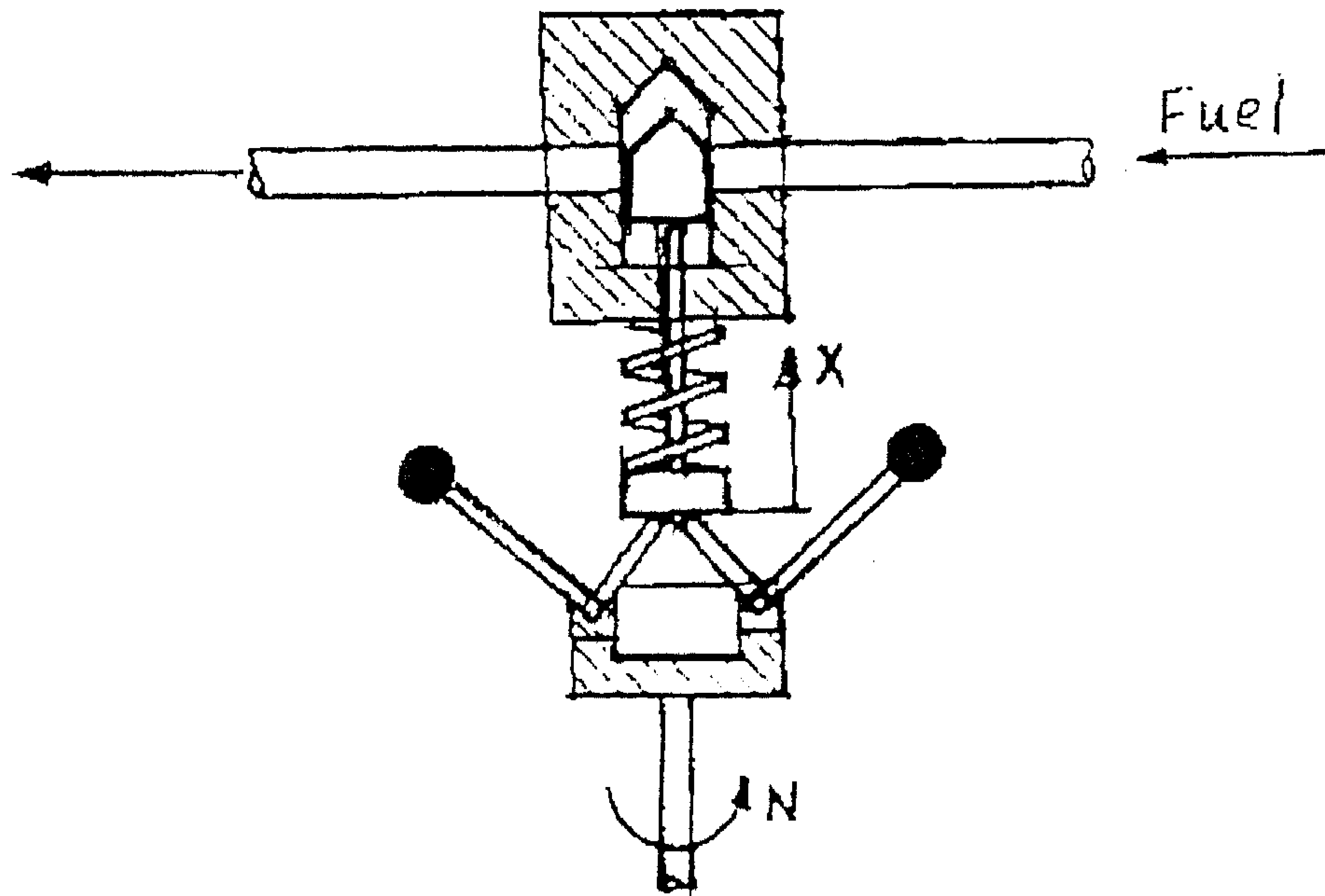


Figure 2 Pure mechanical governer for gas turbine.

Figure 2 illustrates a pure mechanical governer with one input (measurement) , which is the shaft speed and one output (command), the fuel flow. The analog calculation is mechanical. This system was really too simple and it was necessary to complement it to take account of the following points :

- Fuel air ratio scheduling to avoid flame out by lean mixture or rich mixture at acceleration or deceleration. It was necessary to consider the air flow rate together with the fuel flow rate.
- Reduction of thermal stresses in the hot parts, in case of too rapid temperature increase of hot gases at starting or at acceleration.
- Avoid compressor stall at acceleration, therefore it was necessary to take into account the relation between air pressure at the compressor exit P2, air flow ma, and the compressor shaft speed N.
- Limitation of gas temperature at the turbine inlet. Since it is difficult to measure gas turbine entry temperature (TET) directly, the gas temperature at the turbine exit was measured and TET was calculated.

So, it was necessary to introduce more measurements (T2, P2, N1, N2, T4, etc.) into the process control. It was logic also to make use of more commands :

- First, because the number of commands should be obligatorily equal to or more than the number of regulated parameters.
- Second, in order to refine the control quality and improve the process efficiency.
- Third, the requirements of protection against compressor stall, flame out, overheat, have imposed the introduction of supplementary commands such as variable turbine stator blades, variable compressor inlet guide vanes IGV, compressor air bleed valve, etc.

All this had increased the complexity of the turbine construction and of the control

calculations also. The mechanical solution of control calculation was no longer able to meet these requirements. It was necessary to look for the help of hydraulics and pneumatics.

4- Hydromechanical governer

Here, it was possible to realize more control functions, specially, it was possible to realize a more complicated control law of higher efficiency, better quality and more safety.

Elements of hydromechanical computation.

4-1 Forces summator

the lever was used to get forces summation and subtraction. In the example of figure 3, the lever equilibrium will read :

$L . K . X = L1 . F1 + L2 . F2 + L3 . F3 - L4 . F4$

or

$X = a1 . F1 + a2 . F2 + a3 . F3 - a4 . F4$

Where :

$a1 = L1/(L.K)$, $a2 = L2/(L.K)$, $a3 = L3/(L.K)$, $a4 = L4/(L.K)$.

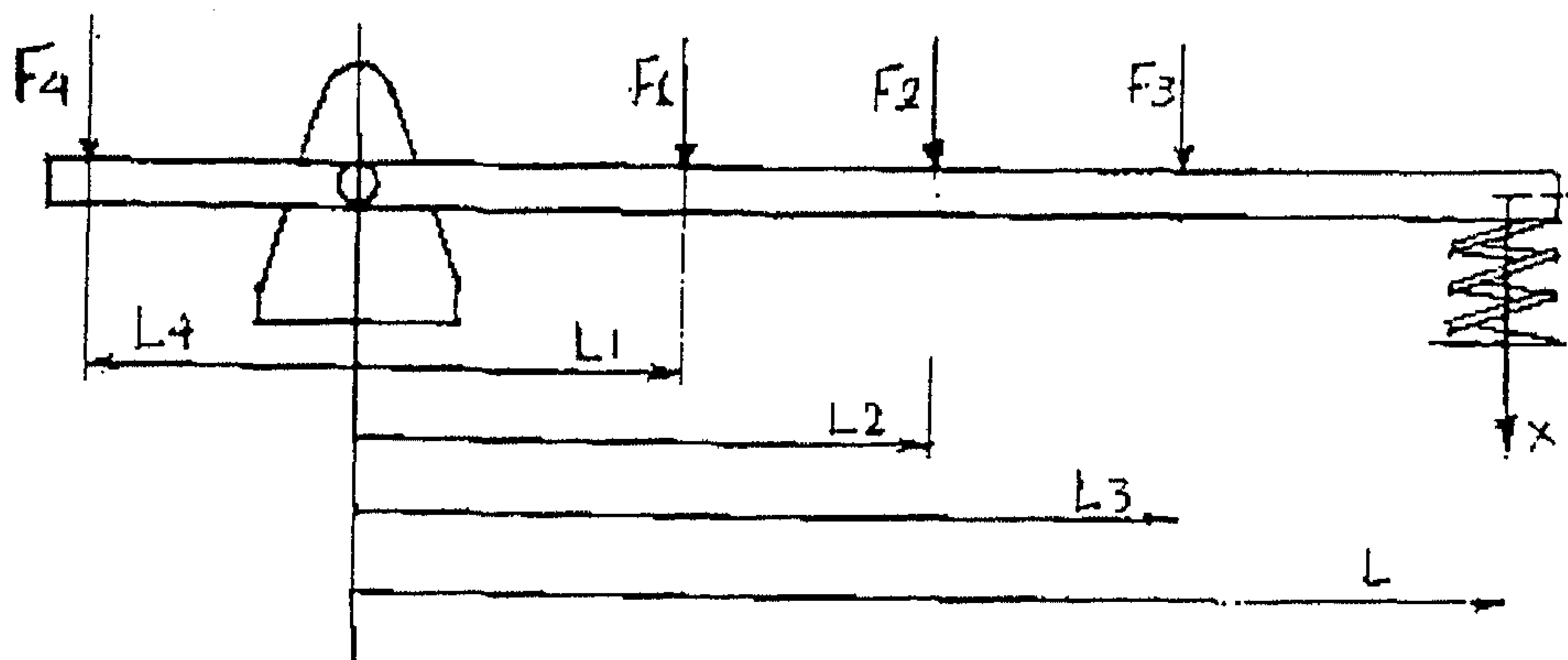


Figure 3 The lever makes the sum and the difference of forces.

4-2 Pressure difference

The bellows detects the difference between two pressures P1 and P2.

$X = k . (P2 - P1)$

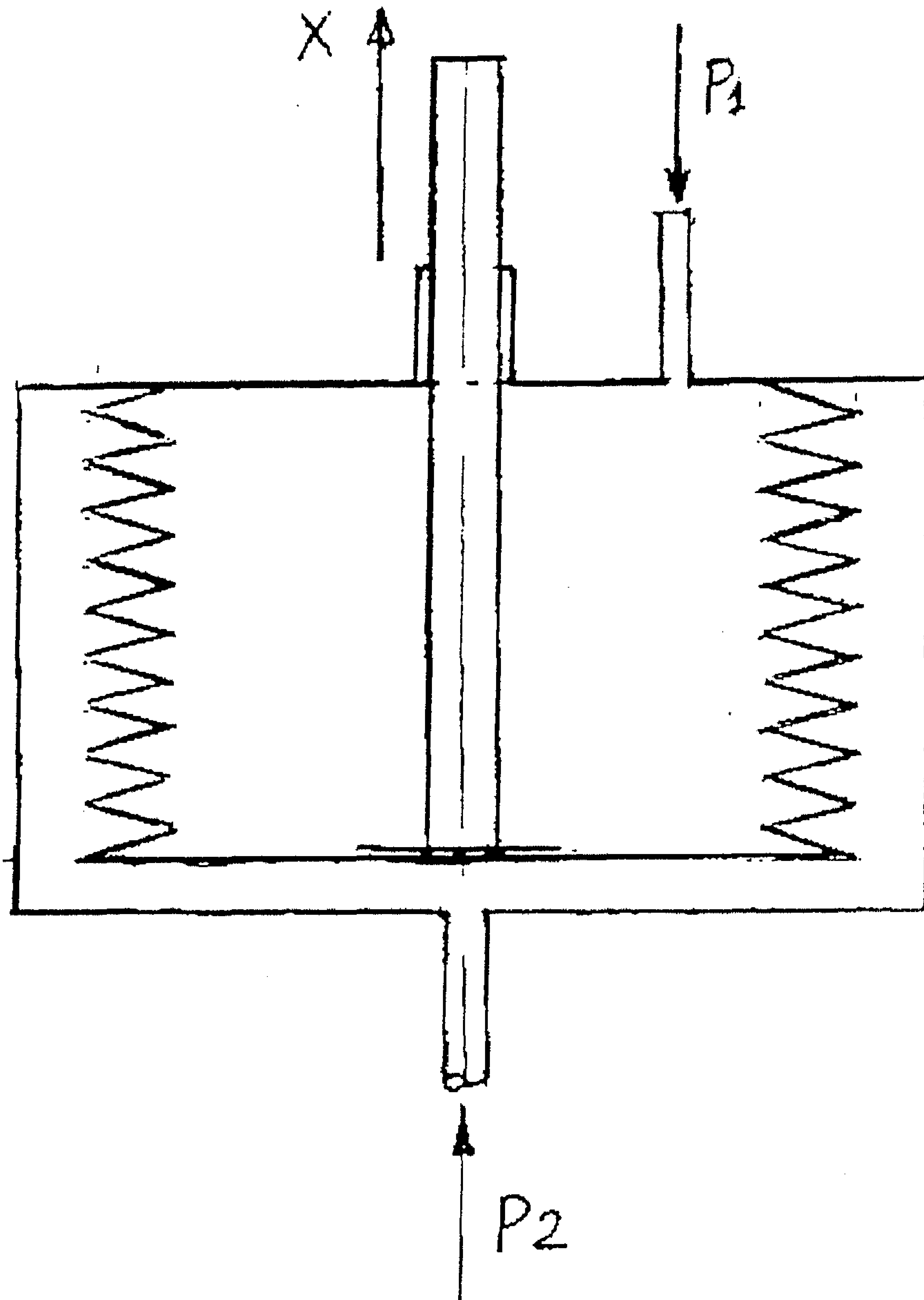


Figure 4 The bellows makes the difference between two pressures.

4-4 Hydraulic integration

The cylinder piston integrates the oil flow q to obtain the displacement x such that :

x = ?(q / A) . dt

where A = cylinder section area.

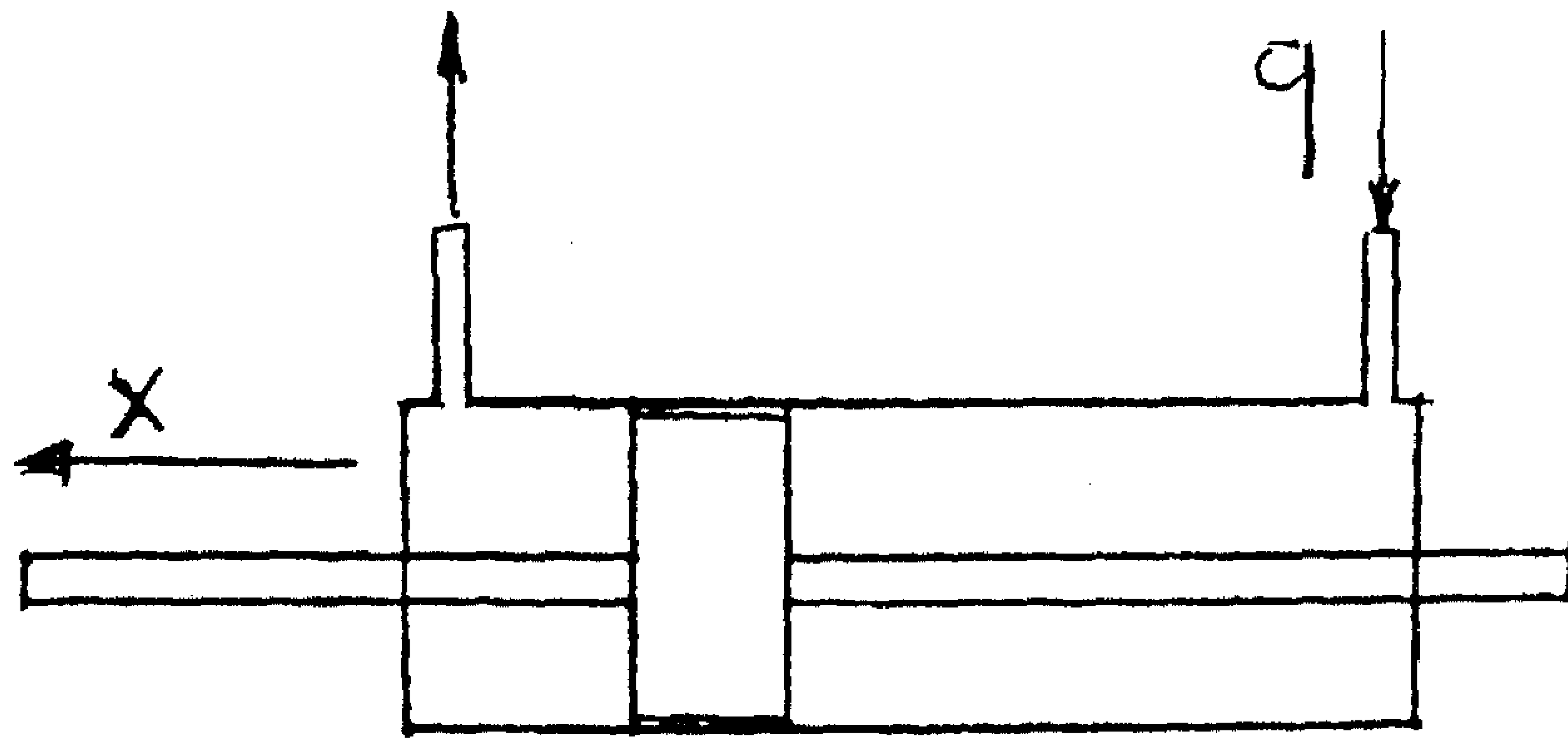


Figure 5 The hydraulic cylinder is an integrator.

4-4 The delay timer.

The delay timer was generally used to obtain a delay in the dynamic response.

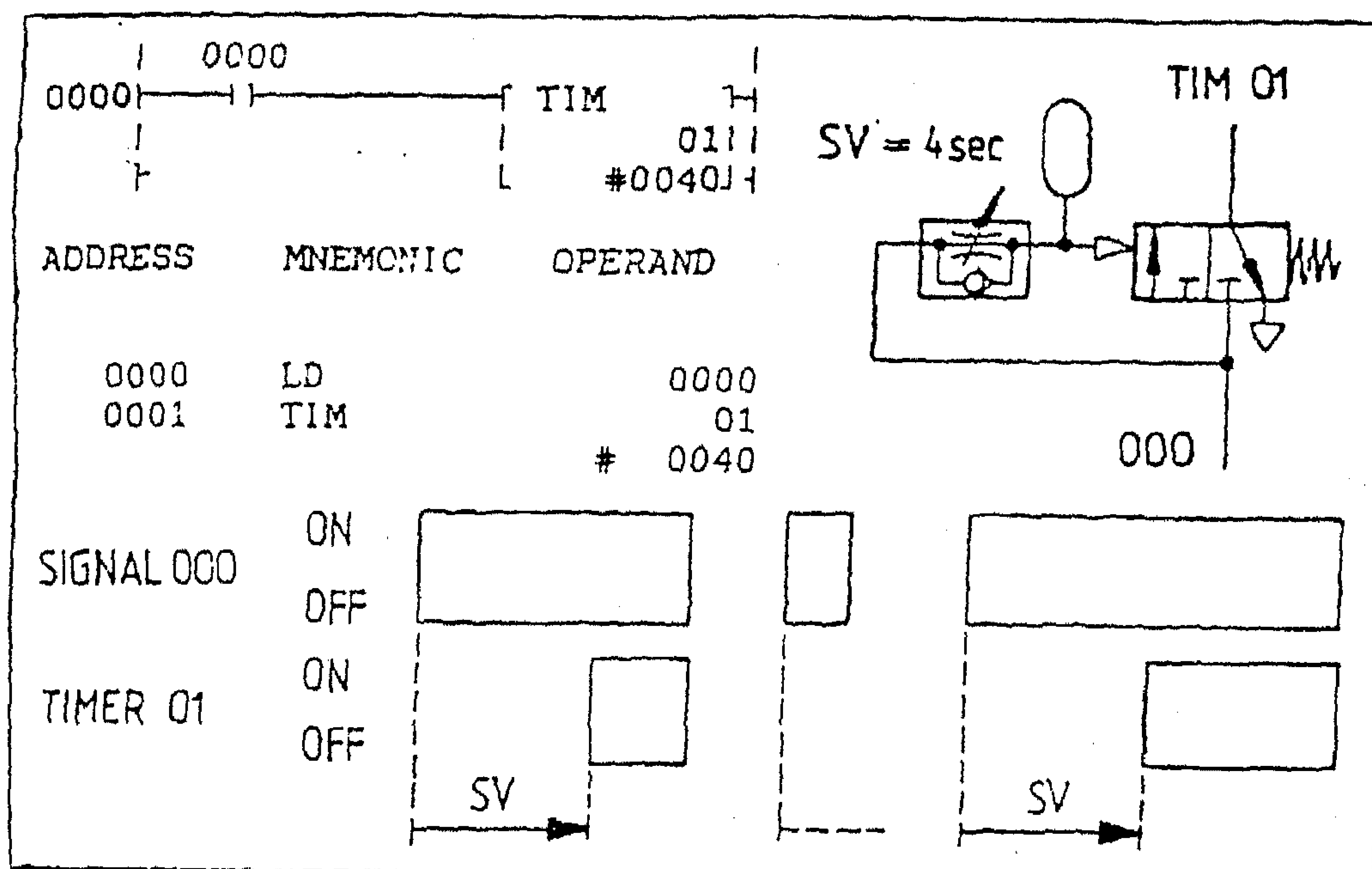


Figure 6 The delay timer.

Nevertheless, the hydromechanical governer had also its problems. When the functions required were increased, the governer became so complicated that it was more and more difficult to design, develop, modify, manufacture, test or maintain. In the sixties, the hydromechanical governer was behind 80% of the gas turbine troubles.

5-The analog electronic controller

The technology of electronic circuits has become more flexible than the technology of hydraulic or pneumatic circuits. It was possible to realize more complex control functions and more refined calculations.
The measurements are converted into electric signals and the calculation was done by analog electronic circuits, based mainly upon operational amplifiers.

The term "operational" was given in the origin to amplifiers which were incorporated in the calculation circuits used to realize operations like addition, derivation, integration, obtaining of logarithmic, quadratic, sinusoidal and arbitrary functions etc. It was the basic element in the analog calculators.

All calculations were done electronically, from the reception of the measurement signal up to the production of the (electronic) output signal (the command), which goes to the (mechanical) actuators. The transducers convert the physical signal to electronic signals whereas the servovalves, solenoids, motors, convert and amplify the electronic command signals into mechanical actions which modify and control the process i.e. the gas turbine.

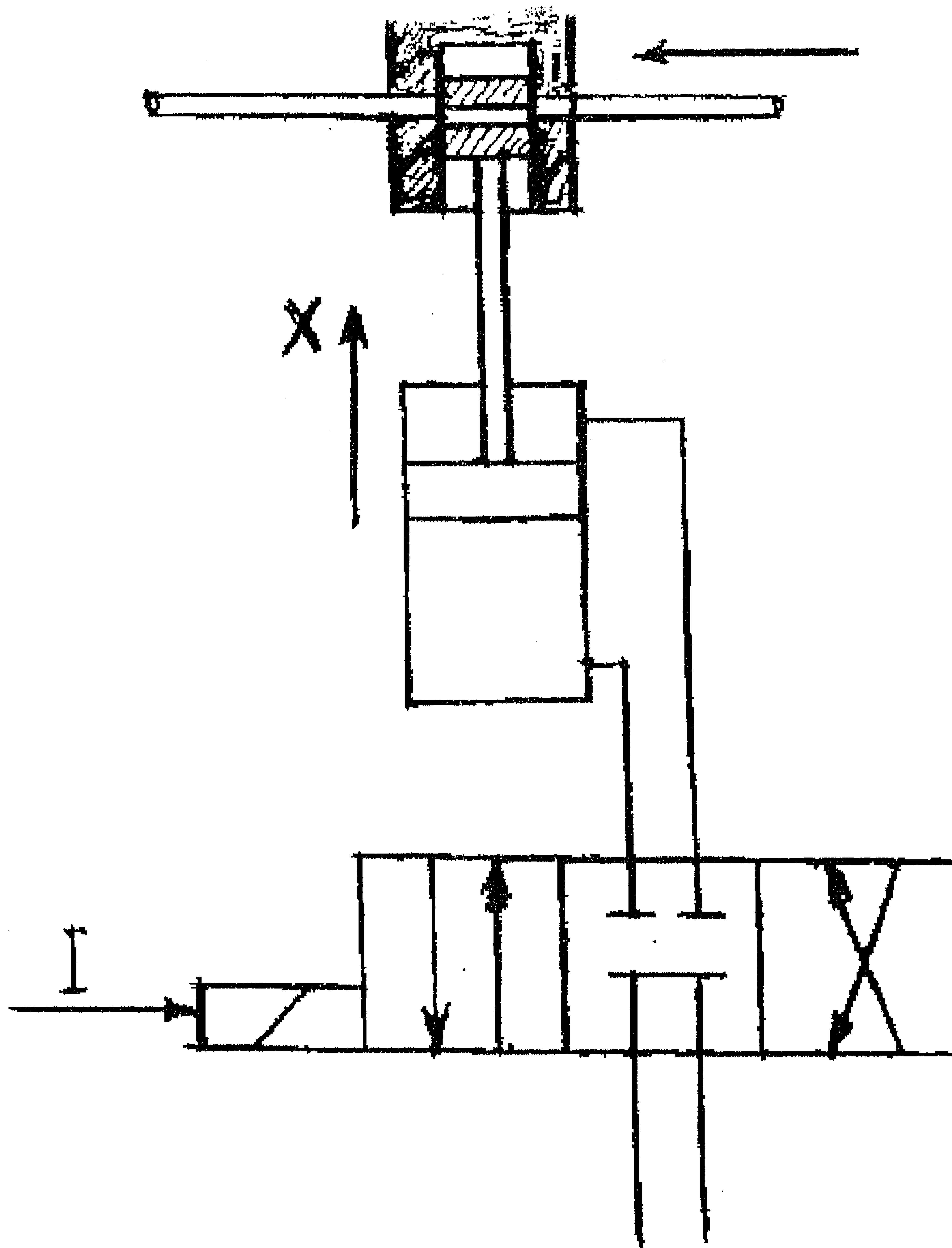


Figure 7 Command line, converting an electronic signal to mechanical action using a servovalve.

An example of the elements which assume the interface between the electronic and the mechanical components is the servovalve. It receives an electronic command signal devised by the electronic calculator and converts it into an amplified hydraulic signal which is able to drive the hydraulic cylinder piston, which, in its turn, controls the position x of the fuel control valve.

However, the electronic governer had its problems. Besides the electronic circuits reliability problems, there was the difficulty of design and modification. There was a problem of "versatility". Every modification in the control law for example, requires

a modification in the electronic hardware, hence a whole procedure of hardware prototype production, tests to verify the performance, long-period tests to evaluate and improve reliability, tests to validate the procedures and means of manufacture, etc.

6-Microprocessor-based controllers

Here, the control law is a software. This simplifies, to a far extent, the procedures of design, development, modification and adaptation.

At first, the software was kept on different categories of PROMs, which required, in the beginning, programming over special machines. At present, the microprocessor-based controllers are real computers. They are addressed with standard key-boards and they are connected to huge memories. This facilitated the functions of measurement registering. The calculation capabilities have much increased with the increase in the processor clock frequency. This made it possible to do the functions of real-time analysis (and of course of deferred-time analysis) of measured and stored data, in order to accomplish the diagnostic and give the decisions upon issues of operation and maintenance.

The display has also developed from the small single-line LED screens to cathode ray black-and-white screens to VGA color screens. The user-system interface has become really "user-friendly".

The modification in the factory of a certain function or law is done more easily, because one has just to change a constant, an equation or even a complete software. The validation of such a modification is done on the screen, since the computer will play the role of "software test bed". The software modification does not alter the hardware. So, it is not necessary to go on the long cycle of hardware circuit validation, with reliability and endurance tests. This has much reduced the development cost and saved time also. This accelerated the rate of development and application of new control principles. The gap between theory and application is reduced.

7-History of GE gas turbine controllers

1) Fuel regulator	1948 – 1970
2) Speedtronic Mark I	68 – 78
3) Speedtronic Mark II	75 – 82
4) Speedtronic Mark II with ITS (ITS = Integrated Temperature System)	80 – 84
5) Speedtronic Mark IV	1983
6) Speedtronic Mark V	1991

9-Speedtronic Mark V

Speedtronic Mark V control system makes increased use of modern microprocessors and has an enhanced system configuration. It uses SIFT technology (Software Implemented Fault Tolerance) for the control, a new tripple redundant protective module and a significant increase in hardware diagnostics. Standardized modular construction enhances quality, speed of installation, reliability and ease of on-line maintenance. The operator interface has been improved with color graphic displays and standardized links to remote operator stations and distributed control systems (DCS).

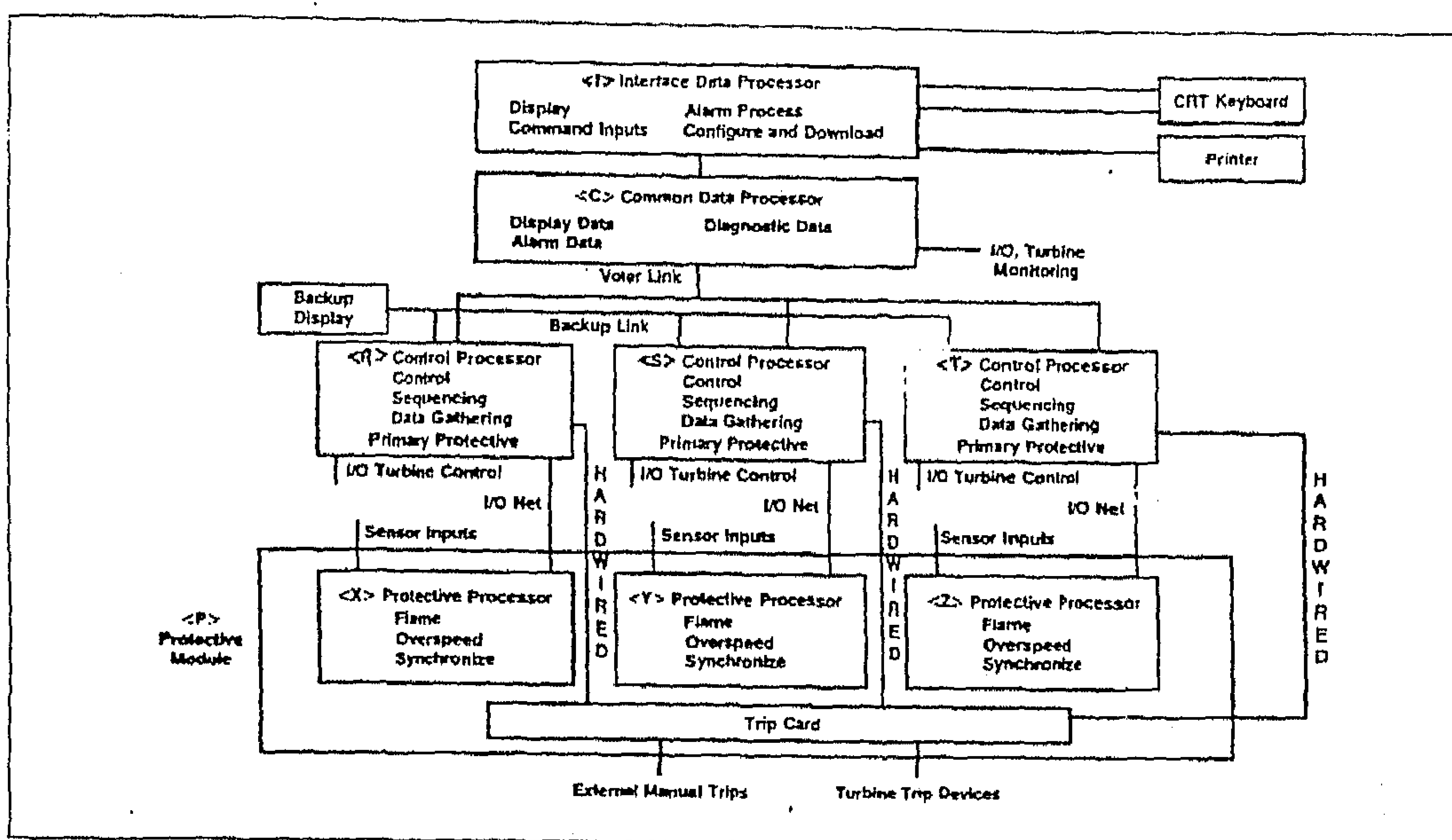


Figure 9 Standard control configuration

Figure 9 shows the standard speedtronic Mark V control system configuration. The top block in the diagram is the interface data processor, called <I>. It includes a monitor, keyboard and printer. Its main functions are driving operator displays, managing the alarm process, and handling operator commands. <I> also does system configuration and download, offline diagnostics for maintenance, and implements interfaces to remote operator stations and plant distributed control systems. The common data processor, or <C>, collects data for display, maintains the alarm buffers, generates and keeps diagnostic data, and implements common I/O for non critical signals and control actions. Turbine supervisory sensors such as wheel space thermocouples come directly to <C>. The <I> processor communicates with <C> using a peer-to-peer communication link which permits one or more <I> processors. <C> gathers data from the control processors by participating on the voting link.

At the core of Speedtronic Mark V are the 3 identical control processors, called <R> <S> and <T>. All critical control algorithms, turbine sequencing and primary protective functions are handled by these processors. They also gather data and generate most of the alarms. The 3 control processors accept input from various arrangements of redundant turbine and generator sensors. By extending the fault tolerance to include sensors, as well as Mark IV system, the overall control system availability is significantly increased. Some sensors are brought in to all control processors, but many, like exhaust thermocouples, are divided among the control processors. The individual exhaust temperature measurements are exchanged on the voter link so that each control processor knows all exhaust thermocouple values. Voted sensor values are computed by each of the control processors. These voted values are used in control and sequencing algorithms that produce the required control actions.

One key output goes to the servovalves used in position loops as shown in figure 10. These position loops are closed digitally. Redundant LVDTs (Linear variable Differential Transformers or position sensors) produce a signal proportional to

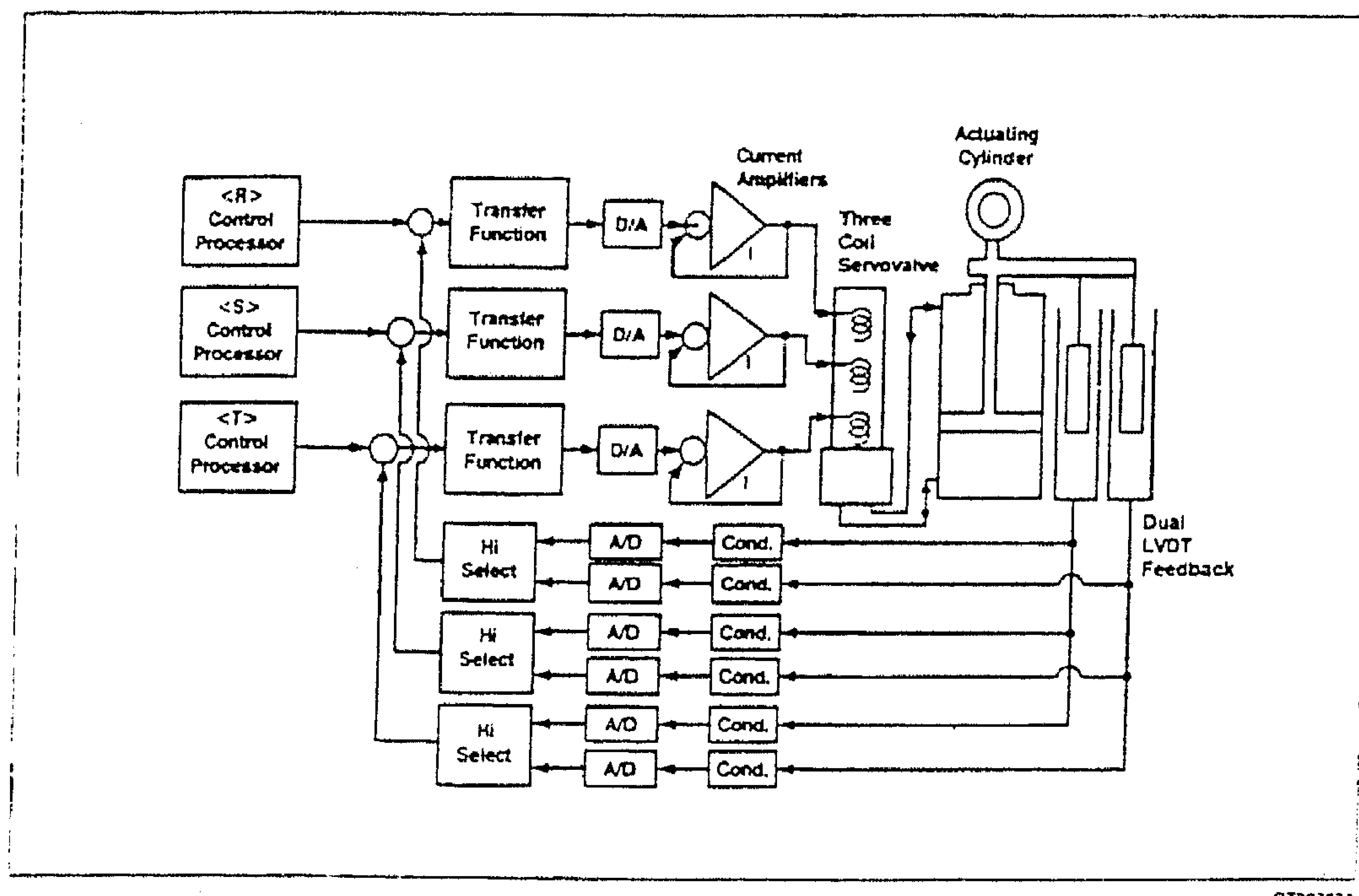


Figure 10 Digital servo position loops

actuator position. Each control processor measures both LVDT signals and chooses the higher of the two signals. This value is chosen because the LVDT is designed to have a strong failure preference for low voltage output. The signal is compared with the position command and the error signal passed through a transfer function and a D/A converter to a current amplifier. The current amplifier from each control processor drives one of the 3 coils. The servovalve acts on the sum of the ampere

turns. If one of the 3 channels fails, the maximum current that one failed amplifier can deliver is overriden by the combined signals from the remaining two good amplifiers. The result is that the turbine continues running under control.

The SIFT system ensures that the output fuel command signals to the digital servo stay in step. As a result, almost all single failures cause no appreciable bump in the controlled turbine parameter. Diagnostics of LVDT excitation voltage, LVDT outputs that disagree, and current not equaling the commanded value make it easy to find a system problem so that on-line repair can be initiated quickly.

A new independent protective module <P> is internally tripple redundant. It accepts speed sensors, flame detectors and potential transfer inputs to perform emergency electric overspeed, flame detection and synchronizing functions. Hardware voting for <P> solenoid outputs is accomplished on a trip card associated with the module. The trip card merges trip contact signals from the emergency overspeed, the main control processor, manual trip push buttons and other hardwired customer trips.

Overspeed and synchronization functions are independently performed in both tripple redundant control and tripple redundant protection hardware, which reduces the probability of machine overspeed or out-of- phase synchronizing to the lowest achievable values.

Speedtronic Mrk V control provides interfaces with DCS systems for plant control from the <I> processor. In a multiple turbine plant, one <I> remote is used in the central control room for each gas turbine. In process plants where maintaining the link to the DCS is essential to keep the plant on line, two <I> processors are used to obtain redundant links to, the DCS system. For this situation, the redundant <C> option is recommended so that no single hardware failure can interrupt communications with the DCS system. One smart remote can control multiple turbines . the ETHERNET link and fast processor make virtually all data of interest available at rapid screen update rates.

10- Software configuration

Improved methods of implementing the TMR (Tripple Redundant Modular) system center on SIFT technology and result in a more robust control. SIFT involves exchanging information on the voter link, directly between <R> <S> <T> and <C> controllers. Each control processor measures all of its input sensors so that each sensor signal is represented by a number in the controller. The sensor numbers to be voted are gathered in a table of values. The values of all state outputs , such as the load set point are added to the table. Each control processor sends its table out on the voter link and receives tables from other processors. Consider the <R> controller : it outputs its table to, and receives the tables from the <S> and <T> controllers. Now all 3 controller tables will be in the <R> processor which selects the median value for each sensor and integrator output, and uses these voted values in all subsequent calculations. <S> and <T> follow the same procedure.

The basic SIFT concept, then, brings one sensor of each kind into each of <R> <S>

and <T>. If a sensor fails, the controller with the failed transducer initially has a bad value. But it exchanges data with the other processors and when the voting takes place, the bad value is rejected. Therefore, a SIFT based system can tolerate one failed transducer of each kind. In the previous systems, one failed transducer was likely to cause one processor to vote to trip. A failure of a different kind of transducer on another controller could cause a turbine trip. This does not happen with SIFT because the input data is exchanged and voted.

<C> is also connected to the voter link. It eavesdrops when all 3 sets of variables are transmitted by the control processors and calculates the voted values for itself. If there are any significant disagreements, <C> reports them to <I> for operator attention and maintenance action. If one of the transducers has failed, its output will not be correct and there will be a disagreement with the two correct values. <C> will then diagnose that the transducer or parts immediately associated with it have failed and post an alarm to <I>.

Voting is also performed on all state variables. By exchanging these variables, fewer bumps in output are caused when a failure or a repair takes place. For instance, if a turbine is set to run on isochronous speed control with an isolated load, there is an integrator that compares the frequency of the generator with the nominal frequency reference (50 or 60 Hz). Any error is integrated to produce the fuel command signal. If one computer calculates an erroneously high fuel command, nothing happens because the processors will exchange the fuel command and vote, and will use the correct value of fuel command. When the processor is repaired and put back in service, its fuel command will initially be set to zero. But as soon as the first data is exchanged on the voter link, the repaired control processor will output the voted value which will be from one of the running processors, so no bump in fuel flow will occur. No special hardware or software is needed to keep integrated outputs in step.
Since there is only one turbine, the tripple redundant control information must be recombined. This recombination is done in software or, for more critical signals, in dedicated voting hardware. For very critical outputs, such as the fuel command, the recombination of the signals is done by the servo valve on the turbine itself as previously explained.

For example, up to 4 critical (4-20) mA outputs are voted in a dedicated electronic circuit. The circuit selects the median signal for output. It takes the control power for the electronics and the actual output current from all 3 sections such that any two control sections will sustain the correct output. Non-critical outputs are software voted and output by the I/O associated with <C>. Logic outputs are voted by dedicated hardware relay driver circuits that require 2 of 3 "on" signals to pick up the output relay. Control power for the circuit and output relay is taken from all 3 control sections. Protective functions are accomplished by the control processors and, for overspeed, independently by the protective module as well. Primary speed pickups are wired to the control processors and used for both speed control and primary overspeed protection. The trip commands, generated by the primary overspeed protective function in the control processors, each activate a relay driver. The driver signals are sent to the trip card in the protective module, where independent relays are actuated. Contacts from each of these 3 primary protective trip relays are voted to cause the trip solenoid to drop out. Separate overspeed pickups are brought to the independent

protective module. Their relay contacts are wired in a voting arrangement to the other side of the trip solenoid and independently cause the trip solenoid to drop out on detection of overspeed.

The <I> processor is equipped with a hard disk which keeps the records that define the site software configuration. It comes from GE with the site specific software properly configured. For most upgrades, the basic software configuration on the disk is replaced with new software from GE factory. The software is quite flexible and most required alterations can be made on site by qualified personnel. Security codes limit access to the programs used to change constants and sequences.These codes are under the control of the owner, so that if there has been a leak of password information, new ones can be established on site. Basic changes in configuration, such as an upgrade to turbine capability, requires that the new software be compiled in <I> and downloaded to the processor modules. The information for <C> is stored in EEPROM there. The information for control processors is passed through <C> and stored in EEPROM in<R> <S> and <T>. Once the download is complete, the <I> processor can fail and the turbine will continue to run properly, using the local back-up display, while <I> is being repaired.

Changes in control constants can be accomplished on-line in working memory. For example, a new set of tuning constants can be tried. If they are found satisfactory, they can be uploaded for storage in <I>, where they will be retained for use in any subsequent software download. <I> also keeps a complete list of variables which can be displayed and printed.

The most critical algorithms for protective, control and sequencing have evolved over many years of GE gas turbine experience. These basic algorithms are in EEPROM. They are tuned and adapted with constants that are field adjustable. By protecting these critical algorithms from inadvertent change, the performance and safety of the turbine is made more secure.

12-Conclusion

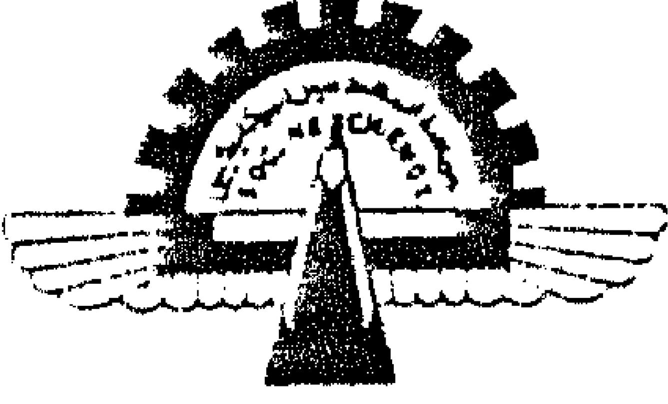
In 1960, Egypt started the project of a jet fighter engine design from scratch. The most difficult subsystem was the engine controller, which was a hydromechanical governer. It was almost the only troublesome module of the engine. The fine mechanics of small, precise, smooth parts with very accurate assembly clearances has left its handprint on the memory of Egyptian decision-takers.

Now, in the 21 century, the image should change completely. Designing a turbine controller has become relatively an easy process. There could be no fabrication at all of mechanical, electric or electronic parts. Perhaps this is still done in world-leading companies but many turbine manufacturers just do it in a much simpler way, which avoids any soldering of electronic elements and any fabrication of precise mechanical parts. It is rather a matter of selection from catalogs of suitable, ready-made and standard mechanical, hydraulic, electric and electronic modules of complete

autonomy. Assembly of mechanical parts is by threaded elements and of electronic parts by sockets.
When we speak of ready made modules we mean pumps, valves, motors, and " controllers"!. The real task would be the adaptation, matching and interfacing of selected items. This implies more software work of modeling, simulation and optimization. I think Egypt has no more an execuse in lagging in such a field because it does not require any special investments or facilities.

The second message is for maintenance engineers. Before they consider repairing any old control system, which is obligatorily of obsolete technology, they should first consider to change the control concpet completely into a computer control or a programmable controller system.

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسةمهنة الهندسة الميكانيكية

1/7

العلوم الاساسية والقدرات- اهميتها للتعليم الهندسي

استاذ دكتور/ عبد الرازق عبد الفتاح

العلوم الاساسية والقدرات

أهميتها للتعليم الهندسى

أ.د. عبدالرازق عبدالفتاح

رئيس قطاع التعليم الهندسى - المجلس الأعلى للجامعات

مقدمة :

بدأت مهنة الهندسة منذ قديم الزمان وكانت بدايتها تعتمد على تطوير الخبرة ببطء شديد ، وطورت أثناء ذلك كل فنون التجربة والخطأ. ولكن مع ظهور العلم كأسلوب للتفكير المنطقى الموجه نحو ايجاد علاقات ارتباط سببيه بين خواص أو عوامل أو متغيرات محسوسه أو مدركه أو محسوبه بطرق غير مباشرة لتفسير الظواهر أو سلوك المنظومات الطبيعية أو غيرها تحت ظروف معينة . جاء ذلك متأخرا جدا من عمر حضارة الانسان حيث بدأ يتبلور هذا الأسلوب منذ أواخر القرن السادس عشر .

الاكتشافات العلمية:

تنامت الاكتشافات العلمية منذ منتصف القرن الثامن عشر وتسارعت بشكل ملفت منذ أواخر القرن التاسع عشر والقرن العشرين كما هو موضح فى جدول (١).

جدول (١) أمثلة للعلماء

المكتشف العلمى (العالم)	الفترة
نيوتن	١٧٢٧ - ١٦٤٢
فارادى	١٧٩١ - ١٨٦٧
هوك	١٧٠٣ - ١٦٣٥
فارنهيت	١٧٣٦ - ١٦٨٦
لابلاس	١٧٤٢ - ١٧٢٧
لفوازيه	١٧٩٤ - ١٧٤٣
جيمس وات	١٨١٩ - ١٧٣٦
اينشتين	١٩٥٥ - ١٨٧٩
بور	١٩٦٢ - ١٨٩٥

الابتكارات التكنولوجية:

ومع تنامى الاكتشافات العلمية تنامت أيضا الابتكارات التكنولوجية المعتمد على النظريات العلمية كما هو واضح فى جدول (٢)

جدول (٢) أمثلة للابتكارات التكنولوجية

الابتكار التكنولوجى	التاريخ
أول محرك بخارى	١٨٧٩ - ١٧٦٥
المصباح الكهربائى	١٨٧٦

محرك الاحتراق الداخلى	١٨٩٢
البترول	١٨٥٢
بسمر	١٨٣٠ - ١٩٤٢
مفاعل نووى	١٩٤٢
ترانزستور	١٩٤٧

الاعتماد على العلم :

وبالرغم من استمرار أهمية الخبرة والحس المهنى Heuristic فان الاعتماد الاكبر أصبح يرتكز على التسبيب المنطقى الذى يغوص فى أعماق الماده والعلم ولا يكتفى بالنظرة الماكروسكوبية بل تخطاها إلى النظرة الميكروسكوبية حيث دقائق الأشياء من الجسيمات الذرية إلى ما تحت ذلك.

ويخبئ العلم الكثير من الاكتشافات التى لم تكتشف بعد والتى يصعب التنبؤ بها للخمسين سنه القادمة.

مع اعتمادنا على العلم فى تحقيق هذه الاكتشافات فان قدرة المهندس هى المنوط بها تحقيق الابتكارات.

تعريف المهندس :

التعريف السائد الآن للمهندس هو **(القادر على التطبيق الابتكارى لمبادئ العلم الأساسية - تصميما وتحليلا وتسبيبا).**

واذا نظرنا إلى هذا التعريف نجد أن المكون الأساسى للمهندس هو المعرفة العميقة بالمبادئ والنظريات الأساسية التى أفرزها العلم ومن هنا يأتى الاهتمام بالعلوم الأساسية فى مناهج تعليم المهندسين.

مقارنة بين العلم والهندسة :

جدول (٣) يبين مقارنة بين العلم والهندسة ومنه يتضح التداخل الكبير بين العلم والهندسة كما يبين حتمية اعتماد التكوين الهندسى على أساس علمى متين

جدول (٣) مقارنة بين العلم والهندسة

العلم	الهندسة
الهدف: البحث عن المعارف والنظريات من أجل فهم الكون والعلاقة بينه وبين الانسان	ابتكار معدات ومنظومات تحقق احتياجات المجتمع أو لتوليد احتياجات لرفع مستوى الحياة
العمليات الاساسية : • اكتشاف النظريات بتجارب محكومة(بحث علمى) • التحليل وصولا للتصميم وتركيب الفروض • استخلاص وتعريف مبادئ محددة والتنظير نتيجة للتعليل • النمذجة • مهارات تصميم التجارب • مهارات منطقية	• ابتكار - تصميم - انتاج • تحليل - تخيل - استنباط واستقراء • توظيف النظريات والمعلومات والبيانات والأفكار لتحقيق المتطلبات • ترشيد العمليات • النمذجة • صنع قرار مبنى على معلومات ناقصة أو نماذج تقريبية • انشاء - اختبار - تخطيط - تأمين الجودة - حل المشاكل - صنع القرار - مهارة اتصال - امكانية تصحيح القرار الخاطئ

دور الرياضيات والفيزيقا والكيمياء:

تلعب الرياضيات والفيزيقا والكيمياء دورا رئيسيا في هذا الخصوص.

فالرياضيات التى تنمى الارتباط المنطقى بين الكميات والمتغيرات تلعب الدور الرئيسى فى التعليل والتحليل والنمذجة والمحاكاه أى تنمى المهارات المنطقية.

والفيزيقا باهتمامها بالطاقة وخواص المواد هى الاساس الهام فى تصميم المنظومات والأجهزة سواء لتحويل الطاقة أو لبناء المعدات.

أما الكيمياء وهى التى تعنى بتركيب المادة فان أثرها واضح لعلاقة التركيب بالخواص وسلوك المنظومات فالتفاعلات تنتج موادا جديدة أو تستخلص طاقة جديدة.

والامثلة السابقة تعطى على سبيل الايضاح لا الحصر فموضوع العلوم الاساسية موضوع طويل وليس مكانه هذه الدراسة لأن لكل فرع من فروع الهندسة اهتماماته الخاصة وهذه الأمثلة توضح فقط الأهمية النسبية العالية لاعداد المهندس.

المعارف والمهارات والفهم :

جدول (٤) يبين العلاقة بين المعارف والمهارات والفهم ومصادرها والعمليات التى تنميها ويتضح منها

جدول (٤) العلاقة بين المعارف والمهارات والفهم

	المصادر	العمليات	القياس
المعارف	مكتبة محاضرة بنوك المعلومات الكتب والدوريات أفلام فيديو	• بنيان العلاقة بين المعارف والهندسة • تعلم مهارات المذاكرة والقراءة • استخدام وسائل الاستشعار	• اختبارات دورية عن طريق الأمثلة
المهارات	إمكانات رفع المهارة مثل تجارب المعامل وفترات حل المسائل واستخدام الحاسب الالى وتنفيذ المشروعات ضمن فريق	• إعطاء تعليمات ارشادية • إتاحة امكانات الممارسة • معامل ورش ورسم • تنفيذ عمليات تحت المراقبة	• إعطاء مهام تتطلب مهارات عالية
الفهم	• إتاحة بيئة تعليمية صحية • محاضرات- معامل - كمبيوتر - مكتبة - مناقشة حره - فترات حل المسائل • عرض وتقديم واتصالات • رفع قدرت أعضاء هيئة التدريس	• توجية التعلم للمبادئ • تحفيز الطالب على استخدام الإمكانات التى تمكن من فهم المبادئ من خلال تصميم التجارب المعملية وحل المسائل	• مهام جديدة • مشاريع • أسئلة • تصحيح أخطاء الغير • تصميم • شرح
الابحاث والصفات الشخصية	• بيئة جيدة • مدرس جيد • طرق تدريس • مشاريع شخصية • مناقشات ومناظرات لفرق • اتصالات خارجية	• تحفيز زيارات • تعليم التعلم • محاضرات تفاعلية • عصف فكرى • ورش عمل • مناظرات وحوار • حلقات دراسية	• اتصال شخصى • تحديات • أسئلة النظرة العريضة • التحميس • مشاكل مفتوحة النهاية

ان أسلوب المحاضره التقليدى لا يتواكب مع هذه المقتضيات كما أن اكتظاظ الفصول والمدرجات والمعامل باعداد كبيرة من الطلاب يمثل بعثره للجهد وضياع للوقت ونتيجته المحتملة تزايد الانتروبى وزيادة الانتقال من النظامية الى اللانظامية (Order to disordered state) وإلقاء مزيد من العبء على التقدم.

عرضنا سابقا انه يصعب التنبؤ بمستقبل الاكتشافات والابتكارات ويتحمل المهندس العبء الأكبر في الابتكارات تخيلا وتصميما وانتاجا ولانه يواجه ظروف مجهولة فى الحاضر فان مجرد اتقان المهارات غير كاف لمواجهة هذا التحدى والمطلوب قدرات أخرى بجانب مهارات الهندسة أهمها.

القدرات الضرورية للمهندس :

يجب أن تكون قدرات المهندس ومهاراته عالية قياسا بالمستويات العالمية وأهم هذه القدرات :

- إستقلال الفكر.
- المباداه.
- التخيل.
- التحليل المنطقى والاستنباط " deducation ".
- الاستقراء "inference" ويتضمن الرؤى خارج المعارف المتاحة.
- التفكير الناقد وصولا للتطوير.
- التفكير الابتكارى.
- تقبل التغيير للتعايش مع الحاضر بأدواته وأجهزته.
- الاسهام فى احداث التغير.
- الاتصال والتعامل مع البشر (كتابه - شفاهه - حوار).
- صنع القرار بدءا بتحديد المشكلة ووصولا لتجسيد النظريات فى شكل سلع وخدمات.
- حساب المخاطره وادارة الازمات.
- ادارة الزمن "time management".
- التعلم المستمر.
- ادارة المعلومات "Knowledge management" ولمها "Converge" .

إعداد طالب الهندسة:

يجب اعداد طالب الهندسة ليصبح قادرا على :

- تعليم نفسه الاكتشافات العلمية والابتكارات الجديدة ، أى متابعة كل تقدم فى مجاله حتى يفهم بعمق هذه التطورات.
- تنمية قدراته على التحليل وربط العوامل والبارامترات التى تؤثر على موضوع التفكير وشحذ الخيال لوضع فروض أو شروط معينة.
- معرفة تأثير انتاجيته على المجتمع والبيئة بحيث يرتبط بكود اخلاقى تجاه مجتمعه ليحقق له سعادته.
- يجب أن يفهم أن التعليم يعنى قدرة الفرد على عمل الشئ اليوم أحسن من الامس أو بمعنى اخر أن لكل حل حل احسن منه (حتمية التطور ولانهائية العلم).
- الكلية Wholistic أى ربط المنظومات الفرعية بالمنظومات الرئيسية والنظرة المتكاملة للأشياء والربط بين الأجزاء ، ويقود ذلك إلى ضرورة الاهتمام بتداخل التخصصات وأوضح مثال على ذلك وجود أنظمة تحكم الكترونية فى الكثير من المنظومات الميكانيكية.

- ان تعقد المنظومات وتطور العمل يجعل العمل الفردى غيرمجد ولذلك يجب اعداد المهندس للعمل ضمن فريق.
- اعداد المهندس ليكون متساويا مع زميله ولكن ليس Equal but not identical متطابقا معه وذلك باتاحة أكبر قاعدة ممكنة لاختيار المواد الدراسية ليحقق كل فرد ذاته وليكون مع زملائه حزمه من الثروة المعرفية يكمل بعضهم بعضا فى تكامل وتناغم.
- لان التحديات المستقبلية جديدة فلابد مواجهتها بفكر جديد وأساليب جديدة تقتضى البعد عن العقائدية dogma بحيث يؤمن الانسان باحتمال الخطأ ولا يتكبر عن الاعتراف به . رحم الله الإمام الشافعى الذى كان يقول دائما ان رأيى صواب يحتمل الخطأ ورأى محاورى خطأ يحتمل الصواب.
- إن الفكرة الصواب هى التى تصمد لكل الاختبارات والنقد والعبرة أولا وأخيرا بإنتاج سلعة تصمد للاختبار.
- ان البحث العلمى هو أساس كل تقدم ويجب أن ترتفع نسبة البحوث فى مؤسسات التعليم باستمرار (نسبة عدد طلاب الدراسات العليا حوالى ٣٠% من العدد الكلى للطلاب).

<u>الخلاصــــة :</u>

١. ضرورة الاهتمام بتعميق الفهم للعلوم الأساسية وتوسيع مجال الاختيار لمستويات متقدمة فى فروع الرياضيات والفيزيقا والكيمياء.
٢. الاهتمام بالنظرة الميكروسكوبية حيث يحتوى عالم الدقائق الكثير من العوامل الحاكمة سواء فى خواص المواد أو تفاعلاتها وسلوكها.
٣. تنمية القدرات تضمن التخلص من المحاضرة التقليدية الى المحاضرة التفاعلية والعصف الذهنى والحوار والحفز على التطوير وايجاد أكثر من حل للمشكلة الواحدة وكذلك ورش العمل والحفز على التخيل.
٤. إن العمل ضمن فريق عامل هام للغاية قد يتضمن حل المشكلة الواحدة قدرات أكثر من تخصيص خصوصا للعلوم الأساسية والمواد والتصميم والتحكم والاستشعار.
٥. ولتحقيق ذلك يجب أن يكون حرم الجامعة أو الكلية يحقق وجود :
   أ . مكتبة كافية.
   ب . كمبيوتر.
   ج . مكتبة C.D. وأفلام وموسيقى.
   د . تخفيض عدد الطلاب بالمحاضرات.
٦. وجود امكانات اجتماعية وثقافية كافيه.
٧. الاهتمام بالمقررات الانسانية خصوصا بعد اتساع مفهوم القرية العالمية.
٨. إتاحة مناخ الحرية والديمقراطية.
٩. ايجاد المناخ الصحى للبحث العلمى ليحقق لعضو هيئة التدريس ما يلى :
   (التركيز – الانشاق – الاستمرار) وليمكنهم من حضور المؤتمرات والاسهام فيها.
١٠. الاعتراف بقيمة العلم كمحرك أساسى لتقدم الحياة على الارض.
١١. احترام حرية أعضاء هيئة التدريس وتحقيق مستوى عال من معتوى الحياة لهم.

العلوم الاساسية و القدرات

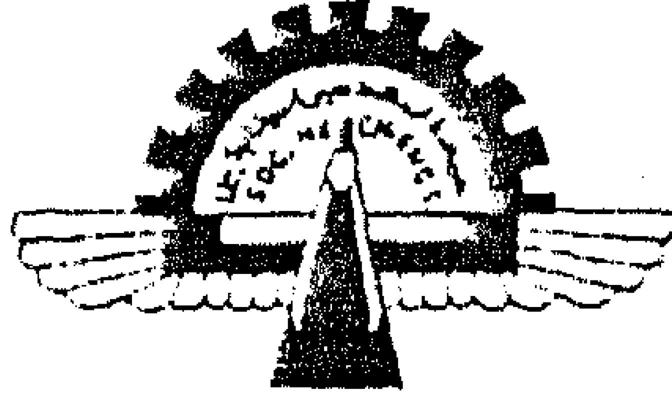
أهميتها للتعليم الهندسي

ملخص البحث

توضح الدراسة (الورقة) دور العلوم الاساسية والقدرات وأهميتها للتعليم الهندسى . ولقد بدات مهنة الهندسة منذ القدم تعتمد على الخبرة والتجربة والخطأ ، ثم بدأت مرحلة العلم والاكتشافات وتم عمل مقارنة بين العلم والهندسة وتم توضيح دور الرياضيات والفيزيقا والكيمياء ، والعلاقة بين المعارف والمهارات والفهم والقدرات الضرورية للمهندس واعداد طالب الهندسة.

أ.د. عبدالرازق عبدالفتاح
C.V.

- رئيس قطاع التعليم الهندسى بالمجلس الاعلى للجامعات
- رئيس جامعة حلوان سابقا



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسةمهنة الهندسة الميكانيكية

2/7

ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقني

دكتور/ لطفى لويز سيفين

ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقنى

د.لطفى لويز سيفين
رئيس مجلس الادارة والعضو المنتدب - شركة نيازا - الاسكندرية - مصر
E-mail :- Chairman @ neeasae . com .eg
Web sit :- www . neeasae . com .eg

* ملخص البحث :-

تستهدف الورقة توضيح أساليب إدارة المعرفة وكيفية تحقيق الرفع المعرفى من خلال الاطروحات الأربعة التالية :-

١- أساليب التقييم التقنى والتقنيات الصاعدة
من حيث توضيح المسار التقنى وأساليب التقارب والدمج التقنى الذى تستخدمه منشآت الأعمال لكى تعظم الاستفادة المعرفية وأساليب تقييم المعارف وإدارة الفرص الحقيقية

٢- إستراتيجية التقنية
وتتعلق بأساليب وضع السيناريوهات للتوصل إلى رؤية مستقبلية واضحه وأسلوب تأليف البدائل بما يعظم الاستفادة التقنية .
كما يوضح هذا الجزء مفهوم انغلاف التقنى والقيود التقنية والاستراتيجيات الملائمة للتغلب على تلك القيود وكيفية تحديد أولويات الاستثمار المعرفى .

٣- إدارة شبكات المعرفة
وتستهدف تعظيم التدفق المعرفى وتحقيق الرفع المعرفى من خلال دراسة أنواع الروابط والعلاقات .

٤- الأشكال التنظيمية
تتطلب إدارة المعارف لتحقيق الرفع التقنى رؤية جديدة للهياكل التنظيمية وحدود المشروع .

وفى النهاية تضع الورقة الأطروحات الأربعة فى منظور متكامل .

* مقدمه :-

فى عصر المعرفة يصبح موضوع رصد التقنيات واستحواذها وتوطينها وتطويرها أهم الموضوعات التى يتعين تناولها بمزيد من الحرص والتفصيل نظرا لأهميته الكبرى فى تحديد القدرة التنافسية للأعمال .
تتميز التقنيات الحديثة خاصة تلك التقنيات الناشئة بقدر عالى من اللايقين من ناحية ، إلا أنها من ناحية أخرى تهيئ فرصا غير مسبوقة فى النمو واقتحام الأسواق ، وعلى رجال الاعمال والمديرين التنفيذيين فهم الأبعاد المختلفة لهذه التقنيات والمعارف لإمكان الاستفادة منها ووضع الإستراتيجيات الملائمة لطبيعتها ، وتحاول هذه الورقة وضع إطار لإدارة هذه التقنيات الحديثة والناشئة .
وفى البداية سنبدأ بالإشارة إلى الأخطاء السائدة والتى يتعين تحاشيها ثم ننتقل إلى أساليب رصد وتقييم هذه التقنيات من جهه ، وتحديد التوجهات التسويقية المصاحبة لها من جهه أخرى ، وسوف يقودنا ذلك إلى الطرح الإستراتيجي الملائم والذى فى النهاية سوف يحدد الشكل الشبكى المعرفى الذى يتعين إدارته وأسلوب التنظيم المؤسسى لمنشآت الأعمال .

١ – مباراة التقنية الناشئة :-
لكى نستطيع أن نتبارى فى فناء التقنية الجديد يتعين أن نتعرف على القواعد الجديدة من ناحية وان نتحاشى الأخطاء الشائعة من ناحية أخرى .

١-١ قواعد جديدة تفرضها التقنيات الحديثة والناشئة :-
التقنيات الناشئة هى ابتكارات مؤسسة على العلوم والتى من شأنها تكوين صناعات جديدة وإحداث انتقال فى الصناعات الحالية ، وهى تحتوى تلك التقنيات المتولدة من الابتكارات الجذرية مثل العلاج البيولوجى والتصوير الرقمى والموصلات الفائقة والروبوطات المدققة والحاسوبات المحمولة والمواد المؤلفة ، وتلك التقنيات الناشئة من تقارب البحوث مثل الأشعة بالرنين والمرئيات فائقة التحديد والتعامل الالكترونى ، وتعنى التقنية فى مجال الأعمال والعلوم عملية تحويل المعرفة إلى تطبيقات مفيدة ، فإذا كان العلم يختص بالماهية فان التقنية تتعلق بالكيفية بينما الأسواق تهتم فى المقام الأول بمن يستخدم وفى أي موقع ، فالتقنية هى مجموعة من المهارات المنظمة تستخدم فى منتج معين وسوق محدد وهى قد ترتكز على مكون أو منتج نهائى أو صناعة كاملة ، فالتقنيات الناشئة إذا هى تلك التى تتمدد قواعدها المعرفية والتى تتعرض تطبيقاتها فى الأسواق إلى ابتكار مستمر وأيضا التى تتكون لها أسواق جديدة . ومن المهم أن نفرق بين تلك التقنيات الجديدة على المنشأة أو قسم من أقسامها وتلك الحديثة على العالم كله والواقع إن أحد المهام الجديدة والرئيسية للمدير هى كيفية مسح ورصد وتجريب وتكامل التقنيات – سواء كانت فى مرحلة النشوء أو النضوج – فى منتجاتهم الحالية أو تأليف منتجات جديدة وتتميز هذه التقنيات وبالتالى تفرض على مجالات الأعمال تحديات جديدة أهمها :-

* كيفية التعامل مع اللايقين
* كيفية التعامل مع النظم المعقدة والمركبة التى تفرضها هذه التقنيات
* ضرورة التكيف مع معدلات التغير السريعة
* ضرورة تطوير وارتقاء جدارات المنشأة واكتساب جدارات جديدة
* كما أنها تضع قواعد جديدة للمتبارين أو المتنافسين فى مجال الأعمال يمكن تلخيصها فيمايلى:-

١-١-١ البيئة الصناعية :- المناخ الصناعى الذى تفرضه التقنيات الجديدة يتميز بدرجة عالية من التعقيد والغموض وصعوبة إيجاد أسس واضحة للتنبوء ، كما أن التغذيات المرتدة التى كانت تتميز بالخطية والهيكلية والتى تساعد على إحداث قدر من الاستقرار أصبحت سببية لاخطية يغلب عليها ما يسمى بالتغذية المرتدة الموجبة ، كذلك فان المتبارين غالبا ليس هم اللاعبين التقليديين ، وكثيرا ما يكونوا مجهولين ، أضف إلى ذلك آن مجال التنافس ذاته قد يكون صوريا ناشئا .

١-١-٢ المحتوى المنظومى :- فيما يتعلق بالنماذج الذهنية التى تحكم الفكر المنظومى نلاحظ آن القواعد التقليدية لاتصلح ذلك أن الحدود التنظيمية الواضحة استبدلت بحدود ممتدة نفاذه ترتبط بالموارد الخارجية ، الأمر الذى جعل العملية القرارية ، والتى كان مصدر القوة فيها التخطيط والتحليل وتفادى الصراع ، تميل فى ظل القرارات السريعة إلى استحداث الصراع والاستقراء بالحدس .

١-١-٣ الاستراتيجية :- فى ظل التقنيات المستقرة تستهدف الاستراتيجية تحقيق ميزة تنافسية بتعظيم القيمة المضافة لاستخدام الموارد باستخدام أدوات استراتيجية حددتها مدارس الفكر الإستراتيجي ، غير أن فى التقنيات الناشئة يكون هدف الاستراتيجية تكوين قواعد متماسكة متكيفة لمجموعة من الاستراتيجيات المتنافسة ، وفى حين يغلب على التقنيات المستقرة إحداث تقارب فى الفكر الإستراتيجي تحتم التقنيات الناشئة التفكير المتباعد .

١-١-٤ تخصيص الموارد :- معيار تخصيص الموارد الأمثل فى التقنيات التقليدية هو القيمة الحالية أو صافى التدفقات النقدية أو تحقيق قيمة المساهمين ، أما فى التقنيات الجديدة يكون المعيار هو تقييم الفرص الحقيقية ، كذلك فان العمليات والمسئوليات تكون معينة ومؤسسة على تقدير للمخاطر والمنافع فى حين العمليات التى تختص بالتقنيات الواعدة تكون عاده غير رسمية وخاضعة للتعديل المستمر ، ويؤدى ذلك إلى أن معايير قياس الأداء لا تحكمها مقاييس ثابتة بل تخضع للحكم الدورى .

١-١-٥ الأسواق :- في التقنيات التقليدية يكون تقييم الأسواق في المقام الأول هو عملية بحث هيكلي في مجال محدد بصفات معرفة بطبيعة الطلب الأولى للمستهلكين ، ومنافسين معروفين ، في التقنيات الجديدة الناشئة يغلب التجريب والتعلم المستمر وتحديد الاحتياجات الكامنة على الاحتياجات الثانوية .

١-١-٦ نشوء وارتقاء المنتجات :- تعتمد على مواصفات محدده يحكمها الوقت المحدد للتحقيق الفعلي لتواجد المنتجات في السوق ، أما في التقنيات الواعده فهو عملية متكيفة تخضع لمواصفات مرنة .

١-١-٧ إدارة الأفراد :- تعيين وإنتقاء تقليدى وإشراف وترقيات وتحديد أجور . أما في التقنيات الواعدة يتطلب الآمر كسر هذه القواعد .

١-٢ التقنيات الناشئة والأخطاء الشائعة :- من المفترض أن الوضع التسويقي لمنشآت الأعمال القائمة فضلا عن مواردها المتاحة يعطيها قدرة على التميز على منشآت الأعمال الجديدة ، غير أن الإحصائيات والخبرة العملية تدلنا على أن سجلات المنشآت القائمة في تحديث التقنيات والأخذ بالتقنيات الناشئة مملوءة بالممارسات الغير ناجحة ، ونحاول في هذا الجزء من الورقة توجيه النظر إلى هذه الأخطاء الشائعة .

١-٢-١ المشاركة المتأخرة :- الشركات ذات الرؤية تتفهم التقنيات في دورها الأولى قبل نضوجها مما يتيح لها أن تحقق مشاركة مبكرة والاستفادة من منحنى التعلم ، وذلك بقدرتها على تقييم مخاطر الانتظار ، و التى تسمح للمنافسين بتحقيق سبق تقنى ، وذلك من خلال تقييم الفرص الحقيقية للتقنية والسيناريوهات المختلفة للتحرك .

١-٢-٢ الارتباط بالقديم :- تطوير التقنيات والجدارات التى تملكها المنشأة أحد المهام الرئيسية للمدير التنفيذى ، إلا أن الارتباط الضار بتقنيات آفلة يتعين تفاديه وذلك بالتساؤل المستمر عن الوضع الحالى ، وتحدى الأفكار السائدة وتبنى الأنماط الجديدة ، وتحين الوقت الملائم لإدخال موضوعات مختلفة .

١-٢-٣ التباطوء في الالتزام :- إحداث التوازن بين النجاح في التقنيات الحالية والأسواق الحالية ، مع النظر في كل الاتجاهات عن الفرص للتقنيات الواعدة والطلب الثانوى ، وتوفير الموارد اللازمة ، بالقدر الملائم من اكبر التحديات الجديدة ذلك أن الخطأ في هذا الآمر يعنى أن التقنيات المقتحمه الواعده من شأنها تهديد الوضع التنافسى المستقبلى ، ولذلك فان الهدم الخلاق يعنى في جوهرة تلك العملية الدائبة لتحديد التوقيتات اللازمة لاستحداث اللاأتزان الذى من شأنه إعاده تخصيص الموارد بما يحقق النمو المستقبلى المستدام .

١-٢-٤ نقص الاصرار :- نقص الإصرار يؤدى إلى عدم نجاح التقنيات الناشئة في التنظيم بما يعنى زيادة التكلفة وفقدان المسار المستقبلى ، إن أهم الموضوعات هو وجود التزام تنظيمى من أعلى إلى اسفل مع تحليل واضح للفرص الحقيقية للاستثمار .

ولكى يتحاشى التنظيم هذه الأخطاء عليه أن يضع في اعتباره مايلى :-

أ - توسيع دائرة الرؤية الطرفية :- بمعنى القدرة على رصد الإشارات الضعيفة والتى غالبا ما يتم رصدها في العلاقات الطرفية للتنظيم بالموردين والعملاء أو المنافسين.

ب- بناء ثقافة التعلم :- بالانفتاح على وجهات النظر المتباينة وتوفير الاراده لتحدى الافتراضات والنماذج الذهنية القائمة وخلق حوار إستراتيجي تنظيمى .

جـ- تحقيق المرونة :- وذلك بإمكانية التكيف في مستوى الالتزام لتخصيص الموارد في المشروعات والتقنيات التى تحقق فرص حقيقية .

د- تحقيق الاستقلال المنظومى :- من المفيد خلق كيانات تنظيمية مستقلة مبادرة للتقنيات الواعدة والناشئة .

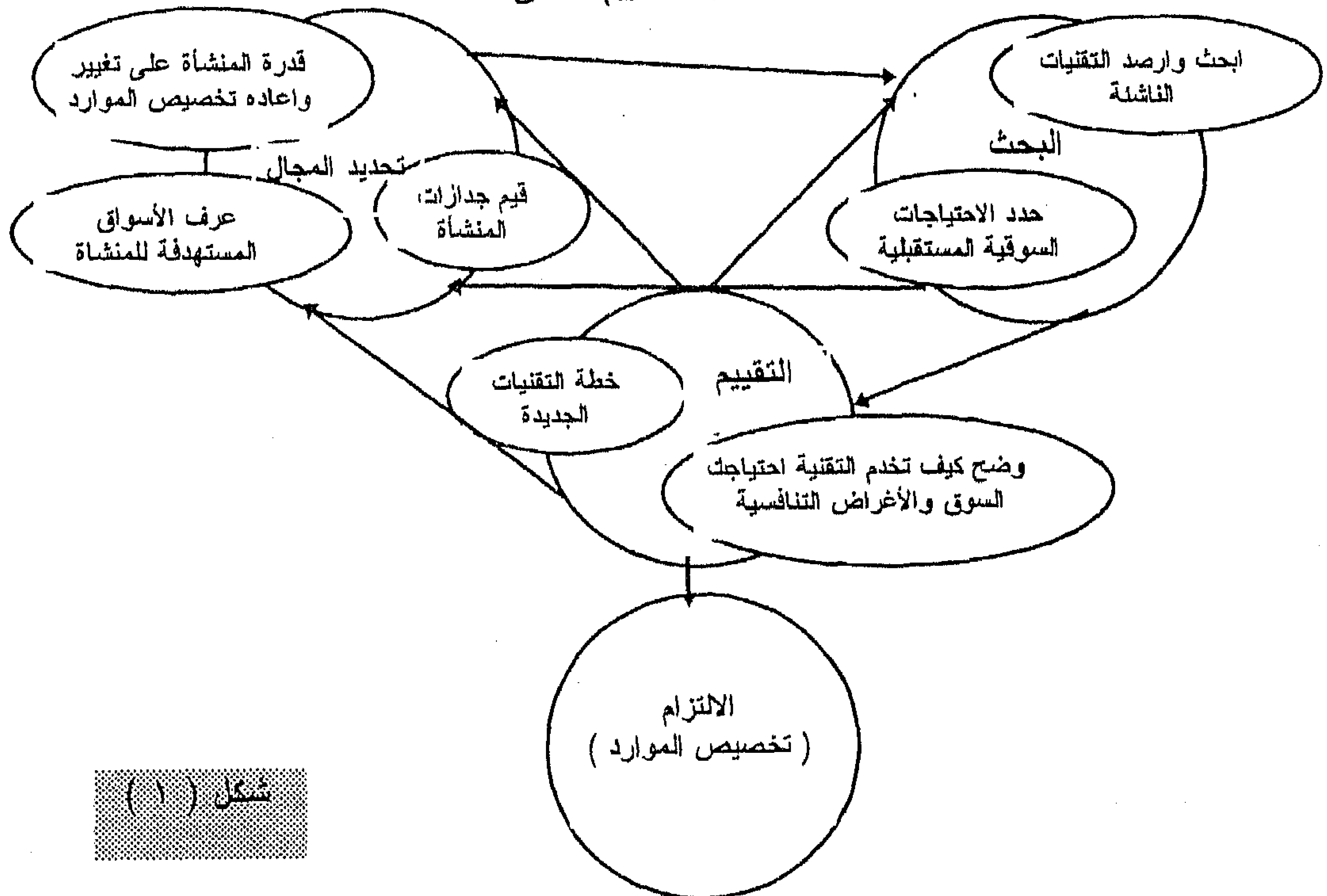
٢ - رصد وتقييم التقنيات الناشئة :-

كيف يمكن للتنظيم رصد التقنيات الناشئة بما يحقق له إمكانية التقييم وإتخاذ القرارات بشأنها ؟ بداية يتعين توجيه النظر إلى الطبيعة الجديدة التى تتميز بها التقنيات الناشئة والتى يمكن فهمها من العلوم البيولوجية ونظرية الارتقاء ، إذ أن نشوء الأنواع في نظرية التطور والتى يتم فيها تطوير الأنواع

وارتقائها من خلال التكاثر والطفرات ، تؤدى ايضا الى أن تنشأ أنواع جديدة إذا واجهت ظـــروف جديـــدة مغايرة فصلتها عن الأنواع الأصلية ، طالما توفر لديها وفرة فى الموارد .
وفى مجال التقنيات يعنى ذلك أن عمليات التقارب بين التقنيات وحدوث تزاوج بين التقنيات ينشأ عنها دمج فى الصفات ، فإذا توفر لبعض هذه التقنيات موارد وفيرة نشأت أنواع جديدة ، هذا المفهوم يفــرض علــى منشآت الأعمال اهتمامات جديدة :-

* التركيز على مساحات التقاطع بين الأسواق والتطبيقات المختلفة .
* التركيز على نطاق السوق للمنتج اكثر من إنتقاء منتجات لأسواق ثابتة .
* فهم طبيعة التنويع التسويقى.
* توسيع دائرة الانتقاء التقنى .
* دراسة مستفيضة للمستخدمين القياديين
* الحرص فى تكوين البصيرة السوقية
* التعلم بالعمل
* رصد فرص التقارب والدمج التقنى
* التعجيل بعملية النشوء والارتقاء بتوفير الموارد الوفيرة

عملية التقييم التقنى



شكل (١)

يوضح شكل (١) مراحل عملية التقييم التقنى والتى تتداخل فيما بينها وتتفاعل بطريقة مستمرة .

<u>- المرحلة الأولى : تحديد المجال :-</u> حيث يحدد المديرين مجال ونطاق البحث عن التقنية والتـــى تعتمـــد على الجدارات المتاحة للتنظيم أو المنشاة والفرص والتهديدات الموضحة لها علما بأن هذا المجال عرضه للتغير المستمر فى هذه المرحلة يتم تحديد :-

- النية الاستراتيجية
- مجال التقييم التقنى

<u>- المرحلة الثانية : البحث :-</u> على الإدارة أن تبحث بأسلوب منظم عن المصادر والتى تختلـــف بـــاختلاف الأعمال وتتضمن :-

١- مصادر داخل مؤسسة الأعمال
٢- مرخى التقنيات
٣- الأدبيات الفنية

مع ضرورة رصد النشوء التقنى وذلك باستشعار الارتقاء المعرفى من خلال :-

* <u>الإشارات القوية :</u> المتعلقة بالتراخيص والأدبيات وسلوك المنافسين

• <u>الاشارات الضعيفة :</u> المتعلقة بالتعزيزات في شبكيات المعارف والاستخبار التنظيمـي عـن المنافسة ، ورصد الاكتشافات المتوازية وعمليات الاقتراب المعرفي.
وكذلك تحقيق آلية اغتنام المعلوماتية والمعارف بدراسة الروابط الشبكية والمعرفية

– <u>المرحلة الثالثة : عملية التقييم :–</u> تعتمد عملية التقييم على بيئة المنشأة فى البحث التقنى لذلك يتعين تقييم التقنية فى البيئة الاستراتيجية المتوقعة مقابل التغلغل التسويقى المستهدف .
وأهم الجوانب فى عملية التقييم هى تلك المتعلقة بتقييم المخاطر .

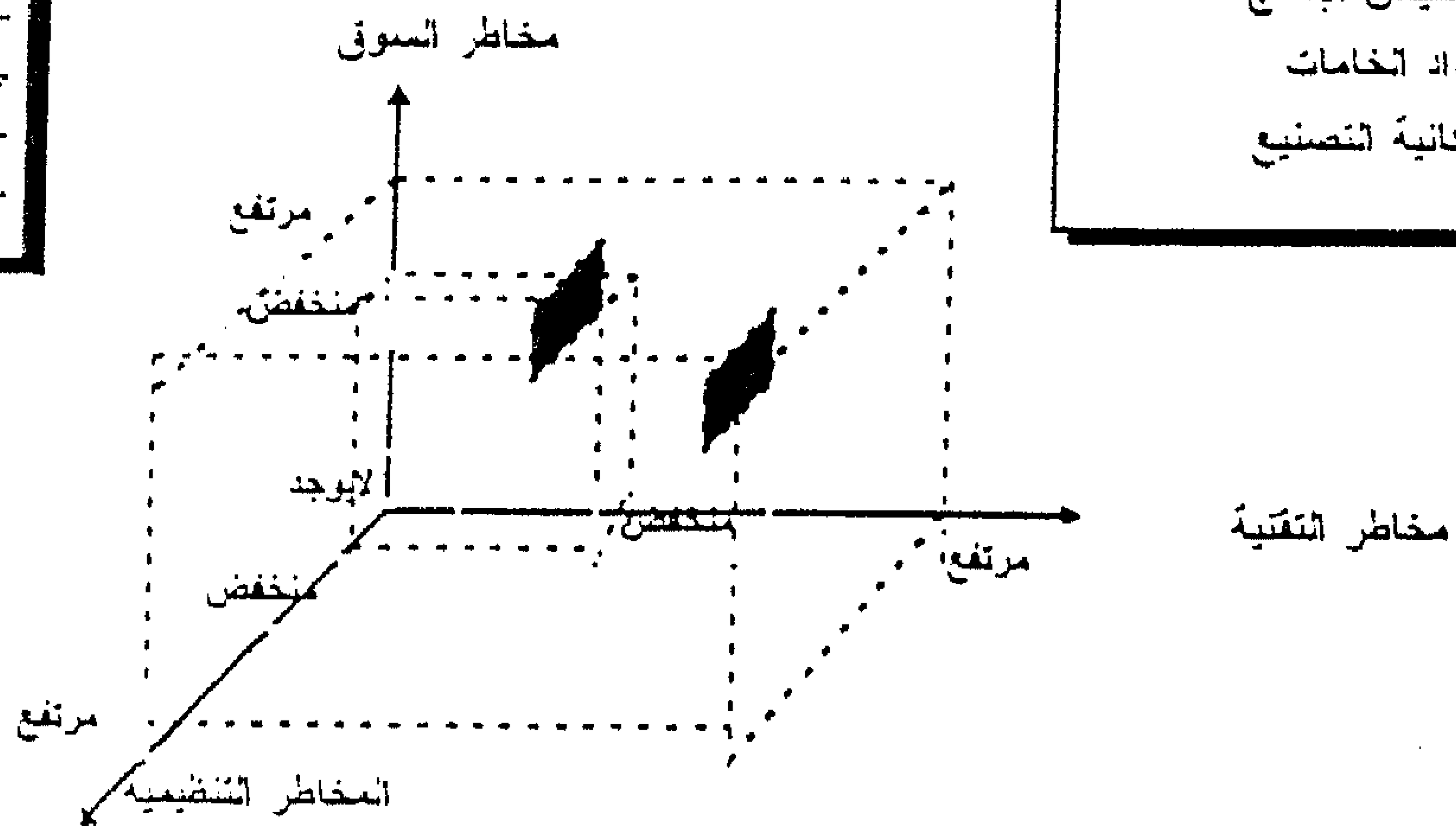
حيث يوضح شكل (٢) عملية رؤية المخاطر من خلال منظور ثلاثى الأبعاد يحتوى على :
- المخاطر الفنية
- المخاطر التسويقية
- المخاطر التنظيمية

هذه المخاطر بمزيد من الاستطلاع والبحث يمكن تقدير قيم كمية عنها باستخدام أساليب الفرق المستعرضة والتقييم المتتالى وأساليب دلفى .

– <u>المرحلة الرابعة : الالتزام :</u> على المؤسسة أن تلتزم بتوفير الموارد المناسبة والكافيـة عنـد الخيـار التقنى، وطبقا لدرجات اللايقين والفرص الحقيقية . ويتراوح هذا الالتزام بين :–
ا – المراقبة والانتظار : فى حالة اللايقين المرتفع
ب – اتخاذ وضع إستراتيجي والتعلم : فى حالة اللايقين الاقل
جـ – الاستشعار والتتبع : فى هذه الحاله يكون اللايقين مناسبا للانتقاء التقنى
د – الريادة : إذا اعتقدت المنشأة أن الفرصة الحقيقية فى الاستثمار تضع موارد عالية فى خدمة التقنية .

مصادر مخاطر التقنية
١- الجدوى الفنية
٢- أنماط اللايقين
٣- المخاطر العينية
٤- تراخيص الإنتاج
٥- إمداد الخامات
٦- إمكانية التصنيع

مصادر مخاطر التسويق
- تنبؤ وسجال السوق
- تعريف قاعدة المستهلك
- معرفة احتياج العمل
- قنوات التوزيع
- التشريعات
- قوانين الملكية الفكرية
- وضع المنافسة



مصادر المخاطر التنظيمية
١- الملائمة مع الجدارات
٢- التكلفة
٣- سرعه التغير التنظيمى
٤- الاعتمادية على تنظيم جديد
٥- الاعتمادية على شركات خارجية
٦- المهارات والخبرات المتاحة
٧- معدل استنفاذ الموارد

شكل (٢) منظور المخاطر

٣ - الاسواق والتقنيات :-

كيف تستطيع المؤسسات أن تتوقع الاسواق الواعدة التى تبرر الاستثمار فى التقنيات الناشئة؟ ان تقييم الاسواق أحد أهم المجالات التى يتعين أخذها فى الأعتبار عند زيادة اللايقين حيث يمكن الاستدلال بالعوامل التالية :-

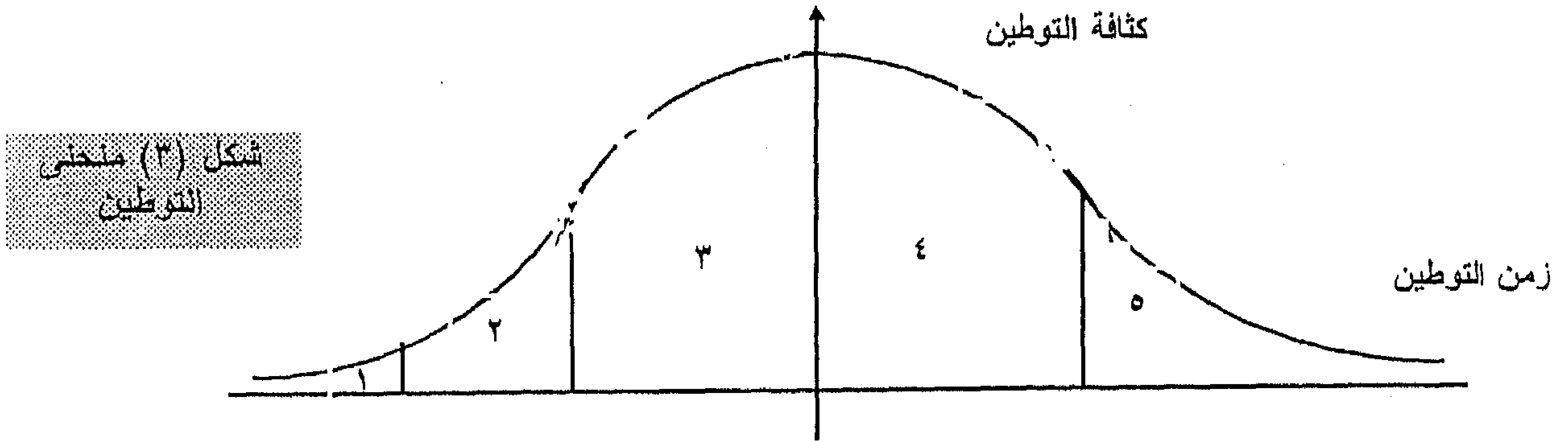
٣-١ : الانتشار والتوطين التقنى :- ذلك ان الابتكارات الجديدة تحتاج وقتا كافيا لتحقيق الانتشار فى الاسواق والذى يتوقف على :-

- المزايا المدركه .
- المخاطر المدركه .
- حواجز التوطين .
- فرص التعلم والمحاوله .

لذلك تلجأ المؤسسة الى حفز عملية الانتشار التسويق من خلال :

- الابتكار المتتالى .
- الاسعار .
- الاستثمار فى تعليم المستهلك من خلال خلق الوعى الاستهلاكى وتوفير المعارف .
- توفير أساليب المحاولة بالتجريب .

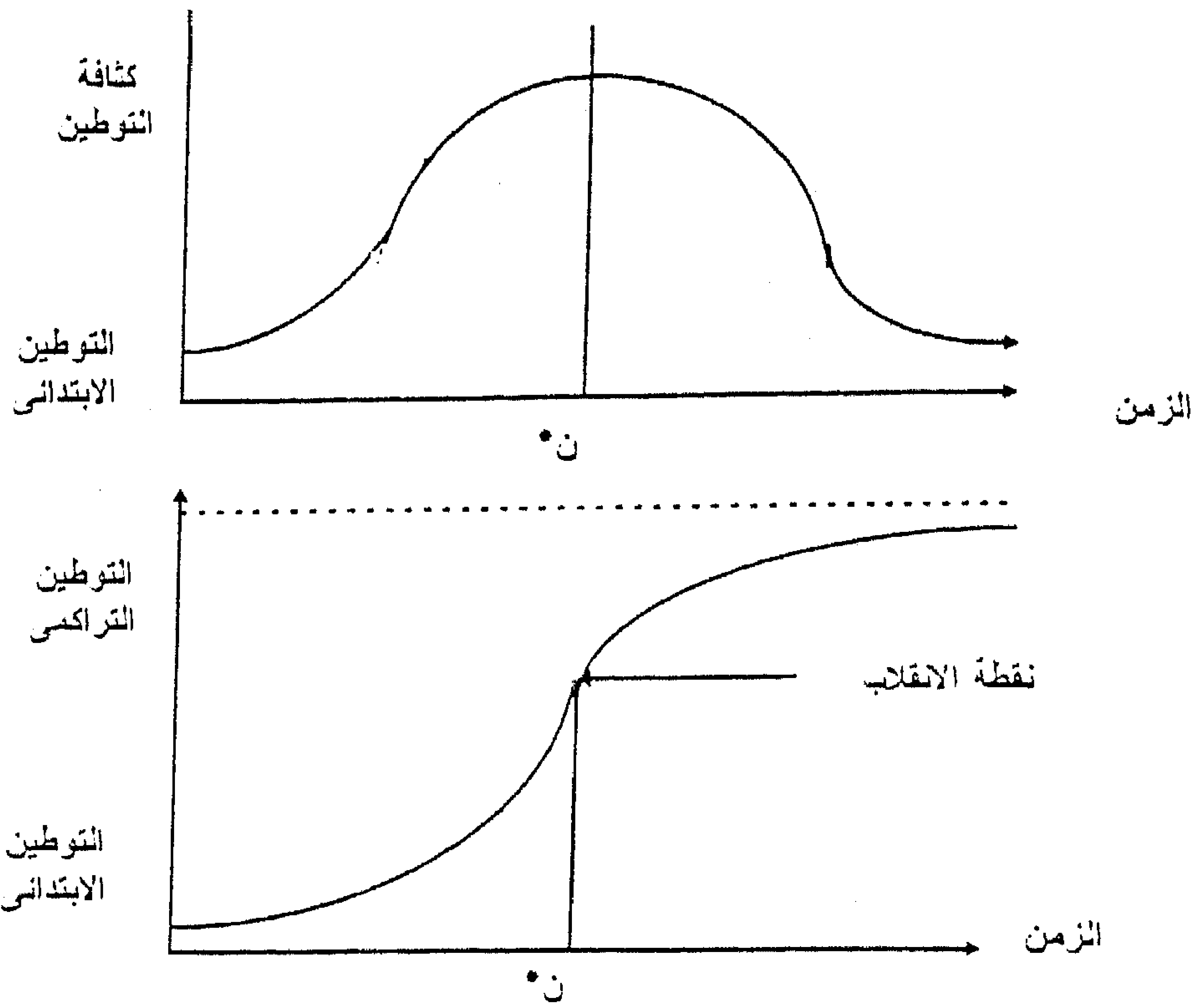
أما عملية التوطين ومعدلها فيوضحه شكل (٣) :



شكل (٣) منحنى التوطين

شكل (٣) والذى يحدد خمسة مراحل :-
١- مرحله التكوين
٢- مرحلة الموطنين المبكرين
٣- الاغلبية المبكرة
٤- الاغلبية المتاخرة
٥- المتخلفين

ويوضح شكل (٤) نموذج الانتشار والتوطين المعرفى



لذلك فان آلية التعلم عن الاسواق الواعده يتعين ان تتكون فى ذاكرة التنظيم من خلال :-

- تحديد مفاهيم السوق بخلق إطار الاستطلاع .
- جمع وجس معلومات السوق من خلال التجريب .
- تحويل المعلومات إلى معارف تسويقية لفريق الادارة .
- التوصل الى تفسير ملائم وحقيقى للاسواق الواعده .
- إتخاذ القرارات المتعلقة بالتقييم .

٣-٢ : الربط بين التقنيات والاسواق :- سوف نستخدم فى هذا الجزء تحليلا نستند فيه على علم بحوث العمليات .

٣-٢-١ مفهوم قيود التقنية والغلاف التقنى : إفترض أن شركة أو مؤسسة ، حددت أهم الصفات التى يتعين أن تقدم بها المنتج الى السوق فى صفتين (اختيارنا لصفتين لامكان التوضيح البيانى . ويمكن اختيار أى عدد من الصفات او استخدام تحليل متتالى لكل صفتين معا) .

الصفة (A) والصفة (B) والت يمكن ان تختلف من تطبيق لآخر .

ففى صناعه مثل الحاسوب المحمول يمكن ان تكون (A) صغر الحجم والوزن ، (B) المتانة .

وفى صناعه مثل آلات الاحتراق يمكن ان تكون (A) كفاءة الاحتراق ، (B) الاندماج

او يمكن عموما ان تكون (A) مؤشر الصفات الفنية ، (B) مؤشر الصفات الجمالية

وفى مجال التقنيات سوف نفترض للتوضيح فقط أن المؤسسة تضع فى إعتبارها ثلاثة قيود

١- التصنيع :- وتتوقف على الفن الانتاجى السائد .
٢- المواد :- وتتوقف على الفن السائد فى علوم المواد .
٣- البيئة :- وتتعلق بالقيود التى تفرضها التشريعات البيئية والتى تحتم تصميم محدد للمنتج .

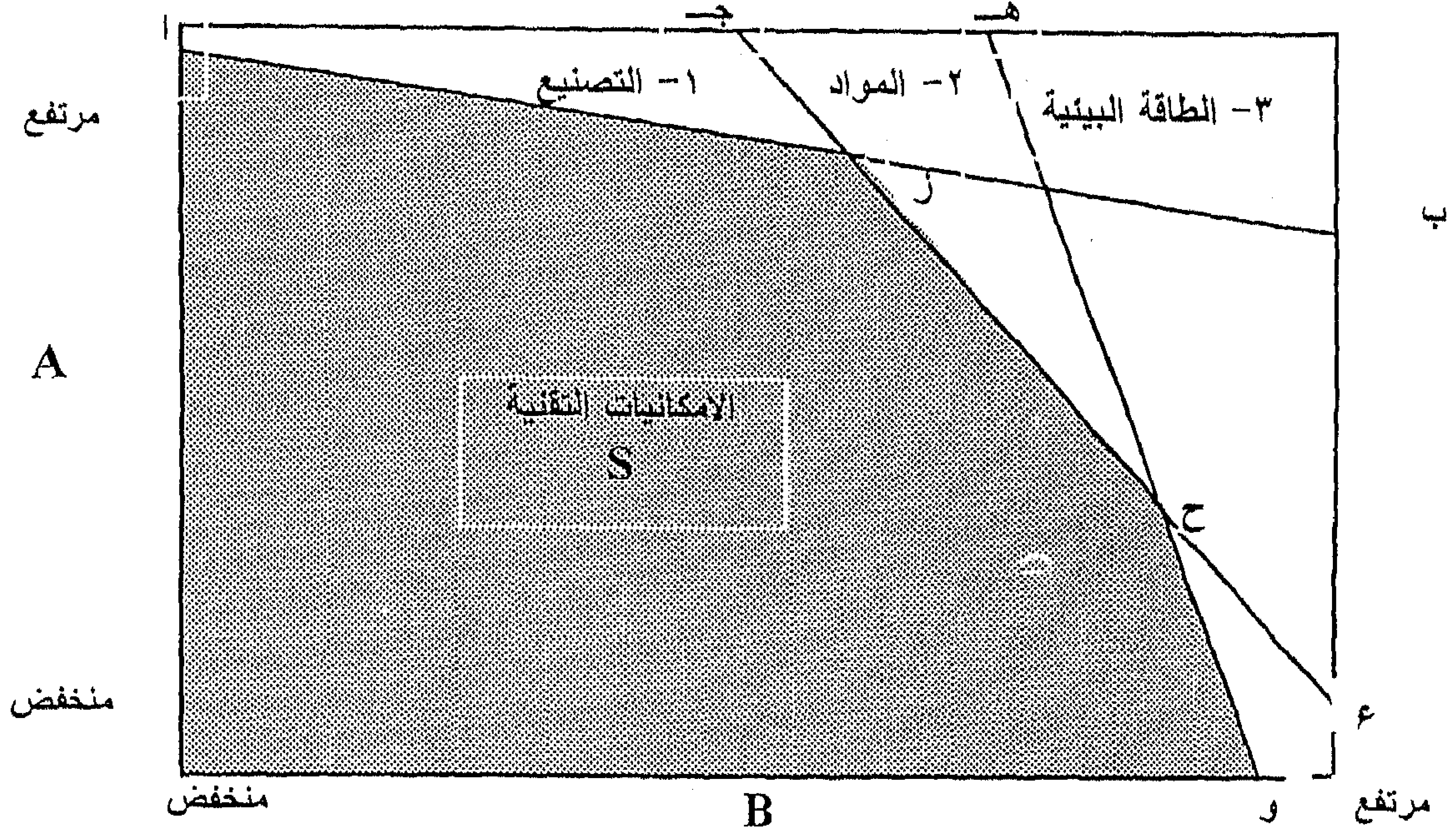
ان كل قيد وطبقا للمتطلبات والامكانات يمكن وضعه على الصورة

$$A_i X_A + B_i X_B \{ \leq = \geq \} R_i$$

وتحدد هذه القيود منطقة الامكانيات التقنية (S) ، كذلك يسمى المضلع (ا ز ح ء) بالغلاف التقنى والموضح فى شكل (٥)

٣-٢-٢ مفهوم الاسواق :- يوضح شكل (٦) ثلاثة شرائح تسويقية يخدمها منتج او خدمة مؤسسة الاعمال وهى على التوالى ق١ ، ق٢ ، ق٣ يمكن أن تمثل هذه القطاعات تقسيم ديموجرافى أو نوعى أو

مهنى طبقا للمنتج أو الخدمة ، يمثل المنحنى A B للشريحة ق١ منحنى السواء للمقايضة بين الصفتين (A) ، (B) لمستوى سعرى معين وبالمثل المنحنى C D للشريحة ق٢ ، E F للشريحة ق٣ .



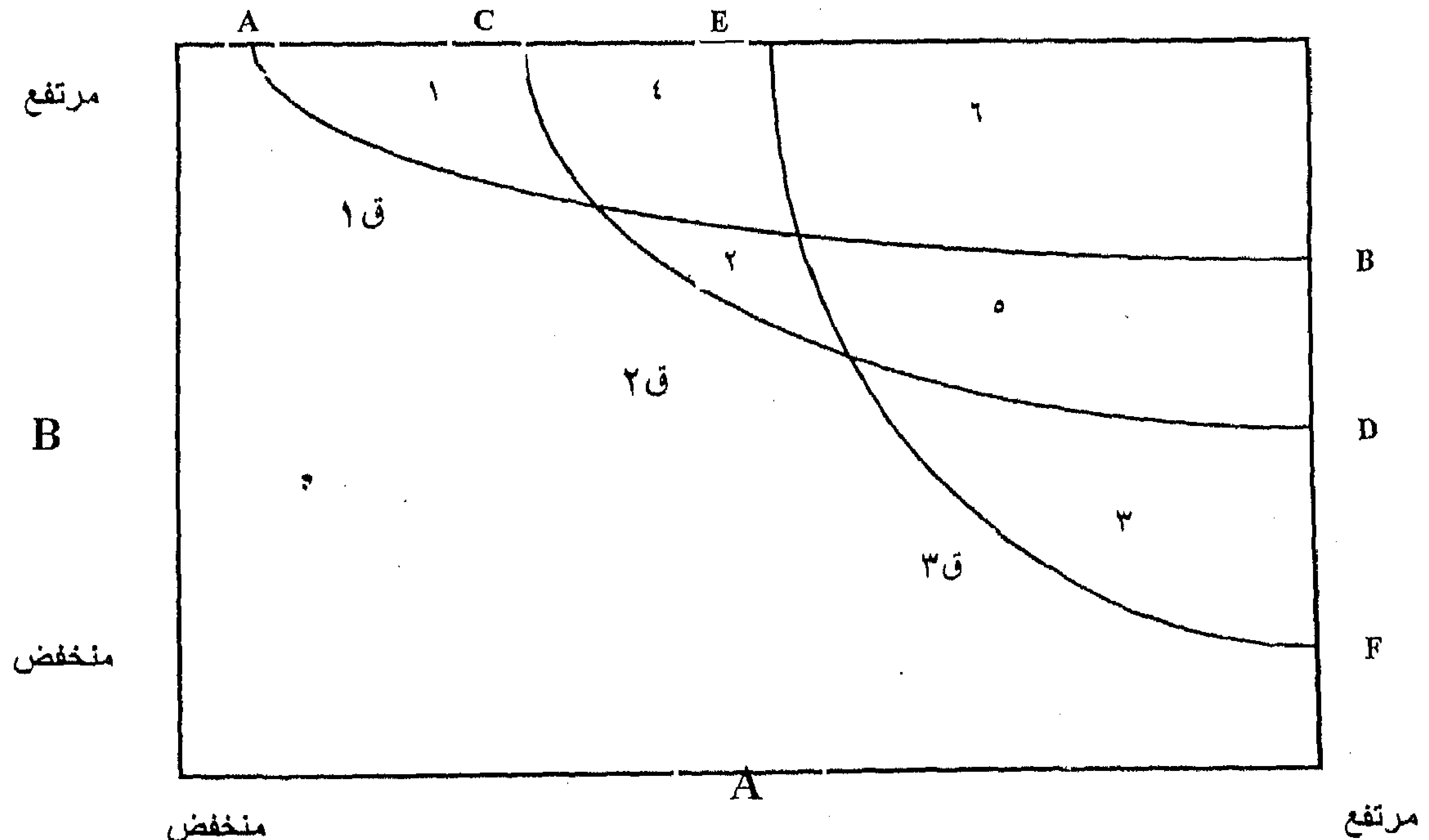
شكل (٥) الغلاف التقنى

فالمستهلك ق١ مثلا ولمستوى سعرى معين تتساوى عنده الافضلية للنقطتين س ، ص .

إن الهدف الرئيسى لاستراتيجية التقنية هو إستحداث التقنيات التى تؤدى مجموعة من الصفات المرغوبة للمستهلك والتى تحقق ربحية الشركة ، وبالتالى يكون السؤال المطروح هل التقنيات الناشئة تحقق هذه المجموعة من الصفات ؟ فالمنتج ذو الصفات ١ ، ٢ ، ٣ فى الشكل (٦) يحقق رغبات شريحة واحدة فقط من كل سوق ، بينما المنتج (٤) يخدم الشريحة ق١ ، ق٢ معا ، والمنتج (٥) يخدم الشريحة ق٢ ، ق٣ معا فى حين الصفات للمنتج (٦) تخدم ق١،ق٢،ق٣ .

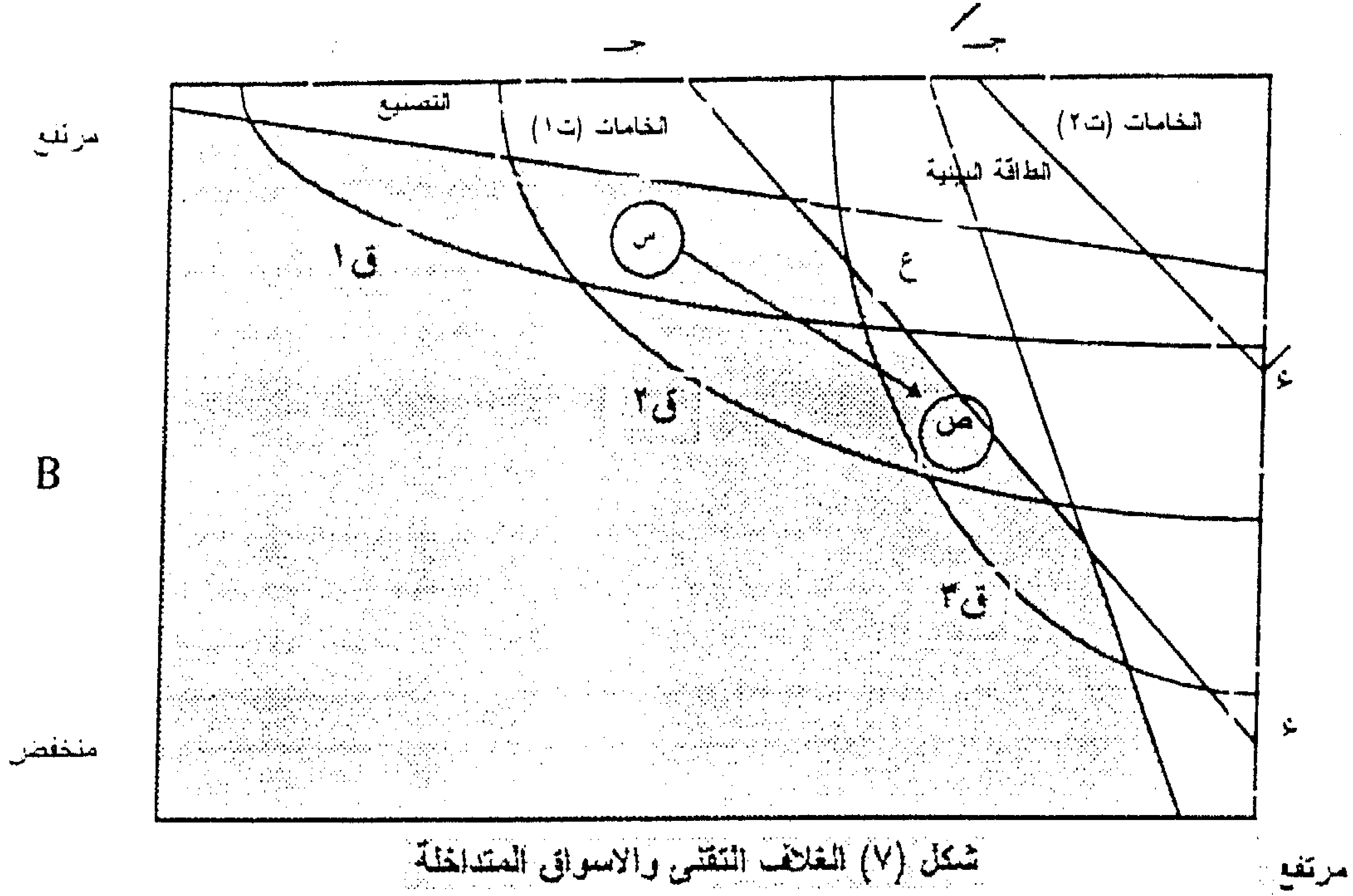
فاذا جمعنا شكل (٥) ، شكل (٦) معا نحصل على شكل (٧) .

يوضح الشكل (٧) أن المنتج س والمنتج ص للشريحة ق٢ ،ق٣ يمكن للمؤسسة ابتكارهم وذلك فى ظل غلاف التقنية الحالى المتاح للتنظيم ، فى حين أن انتاج المنتج المطور والمبتكر (ع) من شأنه خدمه الاسواق الثلاثة مما يحقق اكبر قدر من التنميط والمشاركة فى الموارد ، الا ان المنتج ع يقع خارج منطقة الامكانيات الحالية للتقنية والمتاحة للمشروع .



شكل (٦) تداخل وتراكب الاسواق

والسؤال أى تقنية يتعين تطويرها وأى تقنيات ناشئة يتعين استحواذها ؟
يأتينا الجواب بأن القيد الحاكم هو قيد المواد ، لذلك يتعين إزاحته ليعطى التنظيم مقدرة لابتكار المنتج (ع) . فبعد ان كان عند الخط جـ ء يتعين ازاحته حـ ء على سبيل المثال ، مما يوضح أن استثمار المشروع فى أى تقنيات اخرى للطاقة والبيئة أو التصنيع لاتحقق له رفعا معرفيا ملائما للتطويـر الملائـم لخدمـة الاسواق .
وهذا التحليل رغم بساطته يعطى للاستراتيجية التقنية إتجاها واضحا ويحدد أولويات التقنيات التـى مـن شأنها تعديل وضع الغلاف التقنى بما يرفع القدرة التنافسية للمنشأة فى الاسواق .



شكل (٧) الغلاف التقنى والاسواق المتداخلة

<u>٤ – بناء السيناريوهات فى الادارة المعرفية :-</u>

المدارس التقليدية فى وضع الاستراتيجية تصل الى عشرة مدارس ، وهى على سبيل الحصر :-
١- مدرسة التصميم ٢- مدرسة التخطيط ٣- مدرسة الوصف ٤- مدرسة المبادرة
٥- مدرسة الادراك ٦- مدرسة التعليم ٧- مدرسة السيطرة ٨- مدرسة البيئة
٩- مدرسة الثقافة ١٠- مدرسة الترتيب

وقد ثبت بالممارسة ان هذه المدارس رغم تنوعها لاتستطيع ان تعالج الطرح الاستراتيجى للمعارف ، نظرا لان كل هذه المدارس يعتمد على افتراض ذهنى مبدئى يتعلق بمعرفته ، بصورة أو بأخرى ، للمستقبل بما يمكن من وضع استراتيجية حالية للمواجهه .
ونقدم فى هذا الجزء أسلوبا جديدا ومغايرا لكل هذه المدارس يتعلق- علـى وجـه الخصـوص- بثلاثـة خصائص هامة للمعارف الناشئة وتقنياتها ، وهى فى نفس الوقت أسباب قصـور مـدارس الاسـتراتيجية التقليدية فى وضع استراتيجية المعارف ، هذه القواعد هى :-

<u>ا – اللايقين :-</u> حيث يعتبر منهج بناء السيناريوهات أن اللايقين هو محور عملية البناء الاسـتراتيجى ، ويجب التنويه بالفرق الجوهرى بين اللايقين الذى تتبناه السيناريوهات والمخاطرة التى تعتمد على تقديـر احتمالات كمية شكلية .

<u>ب – التعقيد :-</u> يعتمد بناء السيناريوهات على التفاعل المتبادل بين العوامل والقوى التى تشمـل القـوى الاجتماعية والتكنولوجية والاقتصادية بما يخلق مناخا مختلفا ويؤدى الى صفات جديـدة ومغـايرة وذلـك إعتمادا على نظرية النظم المعقدة .

جـ – انتقال الصيغ :– يستهدف أسلوب بناء السيناريوهات تحدى النماذج الذهنية والصيغ السائدة حيث يكشف عن الافتراضات الرئيسية ويخلق ثقافة الاحساس بالاشارات الخفية و الضعيفة بما يدعم عملية التغيير .
تعتمد عملية بناء السيناريوهات على عشرة خطوات سوف نحاول إلقاء الضوء عليها بما يمكن القارىء من تجريب هذا الاسلوب المتفرد والواعد .

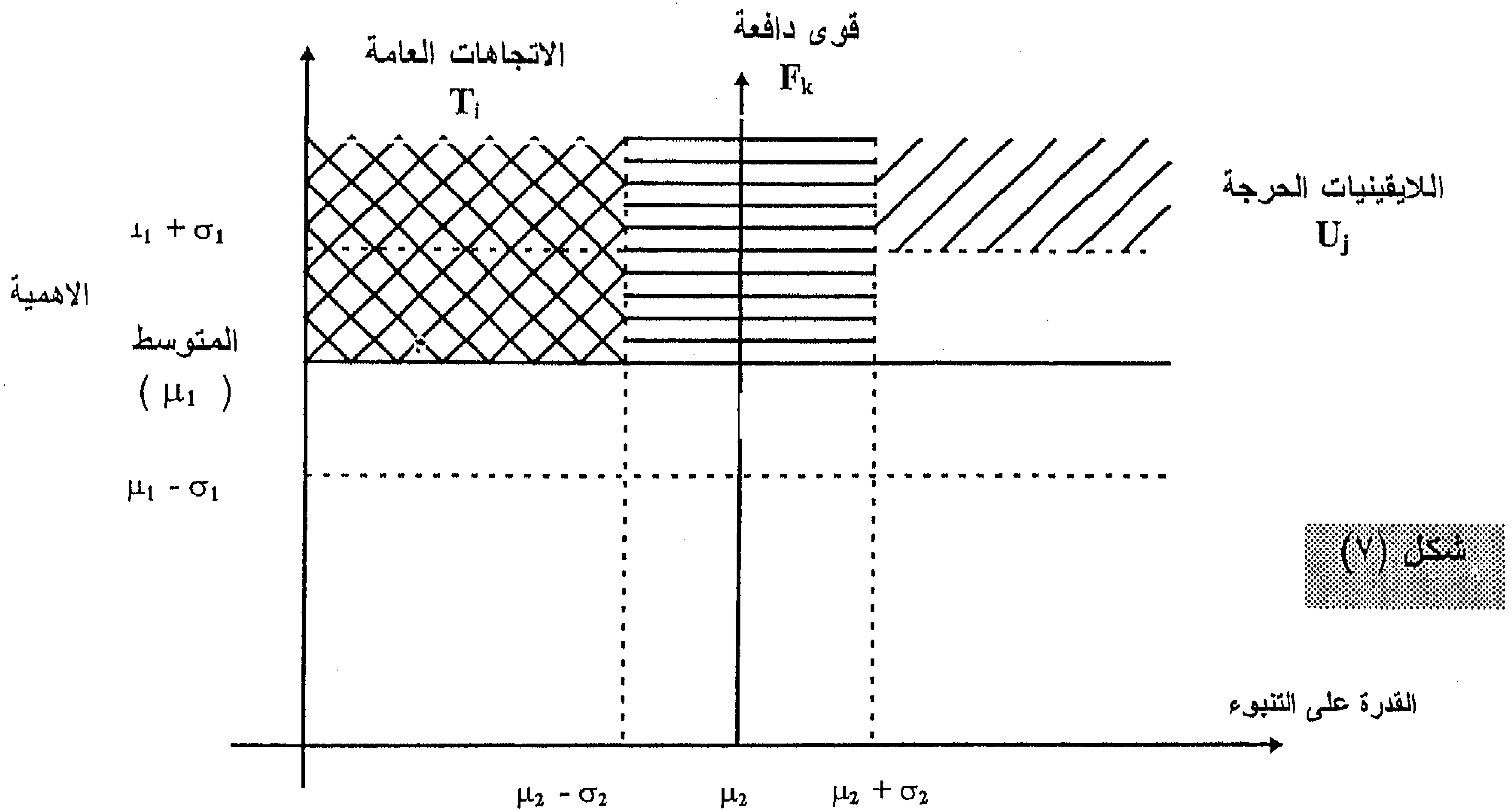
٤–١ : تعريف الموضوع :– تعريف الموضوع المطلوب فهمه فى اطار الزمن ومجاله وتحديد متغيرات القرار الرئيسية ، ويجب ان يكون مجال السيناريوهات اوسع من الصناعة او عائلات المنتجات او شرائح السوق او التقنيات السائدة فى الاعمال بما يمكن من تكوين منظور كلى وشامل .

٤–٢ : حدود المنتفعين :– تحديد المنتفعين والفاعلين الذين يتاثرون ويؤثرون على الامور ، والمنتفعين يجب أن يشملوا داخل وخارج التنظيم ، فامور البيئة مثلا قد تشمل عناصر القضاء والصحافة وجماعات مدنية .

٤–٣ : القوى الدافعة :– حدد القوى الرئيسية التى تشكل المستقبل فى النطاق الذى حددته فى الخطوة الاولى ، ويتعين أن تغطى هذه القوى مجالات اجتماعية واقتصادية وسياسية وبيئية وتكنولوجية ، وقد نتفرع الى مجالات تشريعية وطبية وعلمية .

هذه العملية تكرارية وتؤدى الى تعلم مستمر يؤدى بدوره الى بروز قوى أخرى ، وموضوعات جديدة .
يقيد فرق العمل والمجموعات المستعرضة تحديد صفتين رئيسيتين لهذه القوى .
الصفة الاولى : هى اهمية هذه القوى ويمكن تقدير الاهمية باستخدام مقياس " لكر " بقيمة
هام جدا = 5 عديم الاهمية = 1
والصفة الثانية : إمكانية التنبوء ، باستخدام نفس القياس
غير قابل للتنبوء = 5 ممكن تماما للتنبوء = 1

إن توضيح القيم على خرائط ، مثل خرائط " شيورات " للجودة ، مفيد جدا فى دراسة المجموعات العنقودية للمتغيرات ، حيث المنطقة التى تكون فيها القدرة على التنبوء ممكنة والاهمية عالية هى منطقة الاتجاهات العامة ، وتكون منطقة عدم القدرة على التنبوء والاهمية العالية هى منطقة اللايقينيات الحرجة .

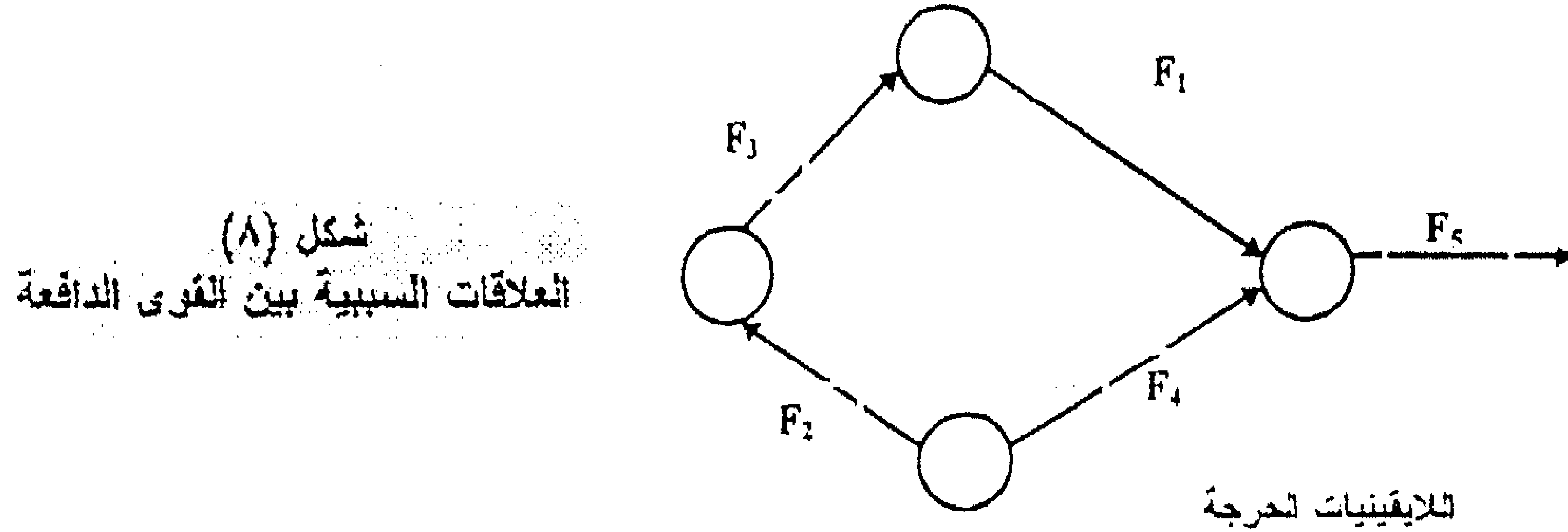


شكل (٧)

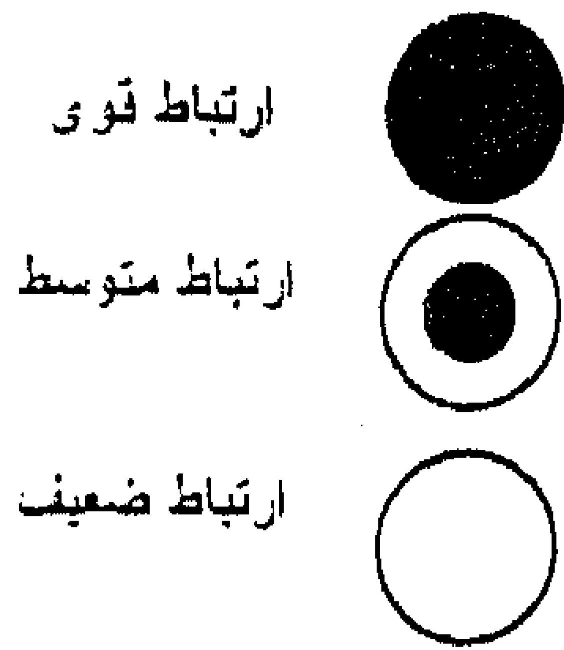
متوسط مؤشر الاهمية = μ_1 متوسط صعوبة التنبؤ = μ_2
الانحراف المعيارى لمؤشر الاهمية = σ_1 الانحراف المعيارى لصعوبة التنبؤ = σ_2

٤-٤ : الاتجاهات العامة :- العناصر السابقة التحديد أو الاتجاهات العامة هى عوامل تؤثر على الموضوع فى قائمة القوى الدافعة وهى قابلة للتنبوء وذات أهمية كبيرة .
أمثلة ذلك التغير الديمجرافى فى متوسط العمر فى مصر وتركـزه فـى الشبـاب ، أو الاتجـاه المـتزايد للمستفيدين بالمعاش ، او معدلات الهجرة للحضر ، او نسبة تعليم المرأة ، وقد يفيد فى هذا المجال رسـم الاشكال السببية التى توضح تفاعل بعض القوى فميا بينها حتى لا نقع فى أخطاء إسقاط المـاضى علـى المستقبل ويوضح ذلك (شكل ٨) احد هذه الاشكال .

٤-٥ : اللايقينيات الحرجة :- اللايقينيات الحرجة هو عوامل تؤثر على الموضوع فى قائمة القوى الدافعة وهى غير قابلة للتنبوء وذات أهمية كبيرة ، وربما يفيد فـى هـذا المجـال ان تسـأل أعضـاء فريـق الاستراتيجية مثلا ما هى الاسئلة الثلاثة الرئيسية التى يرغبون فى الحصول على إجابة واضحة عنها هذه الاسئلة التى لايجدون اجابة عنها هى فى جوهرها اللايقينيات الحرجة . إن تحديد هذه اللايقينيات الحرجـة واختزالها الى عدد مناسب . ثم توضيح الارتباط بينها من الامور الهامة .



شكل (٨)
العلاقات السببية بين القوى الدافعة



اللايقينيات الحرجة

		U_1	U_2	U_3
اللايقينيات الحرجة	U_1		ارتباط ضعيف	ارتباط قوى
	U_2	ارتباط ضعيف		ارتباط متوسط
	U_3	ارتباط قوى	ارتباط متوسط	

شكل (٩)
مصفوفة الارتباط

وتفيد مصفوفة الارتباط فى إختبار التناسق والانسجام فى افتراضات اللايقين .

٤-٦ : التركيز على اللايقينات الرئيسية :- ينصح المشتغلون بعلم السيناريوهات باختيار عدد محدد من اللايقينيات -يفضل ان يكون اثنين فقط- ويمكن ان يتم هذا الاختيار بطرق مختلفـة مثـل التصويـت او اسلوب " دلفى " و لكل لايقين حرج يكون لدينا قيمة صغرى وقيمة عليا .
ويمثل هذا الاختيار بالمصفوفة الرباعية التالية :-

اللايقين الحرج الرئيسى U_1

اللايقين الحرج الرئيسى U_2		U_1 Min	U_1 Max
	U_2 Max	B Min Max	C Max Max
	U_2 Min	A Min Min	D Max Min

شكل (١٠)
تحديد السيناريوهات

والتى تؤدى الى ضرورة تتبع السيناريوهات A , B , C , D، ولكل سيناريو يجب تضمين كـل القـوى الدافعة والاتجاهات العامة .

٤-٧ : اختبار التوافق :- إن التوافق والانسجام للسيناريو يجب اختبار منطقيته بعد تضمين القوى الدافعة والاتجاهات وذلك يمكن بالاجابة على الاسئلة التالية :-

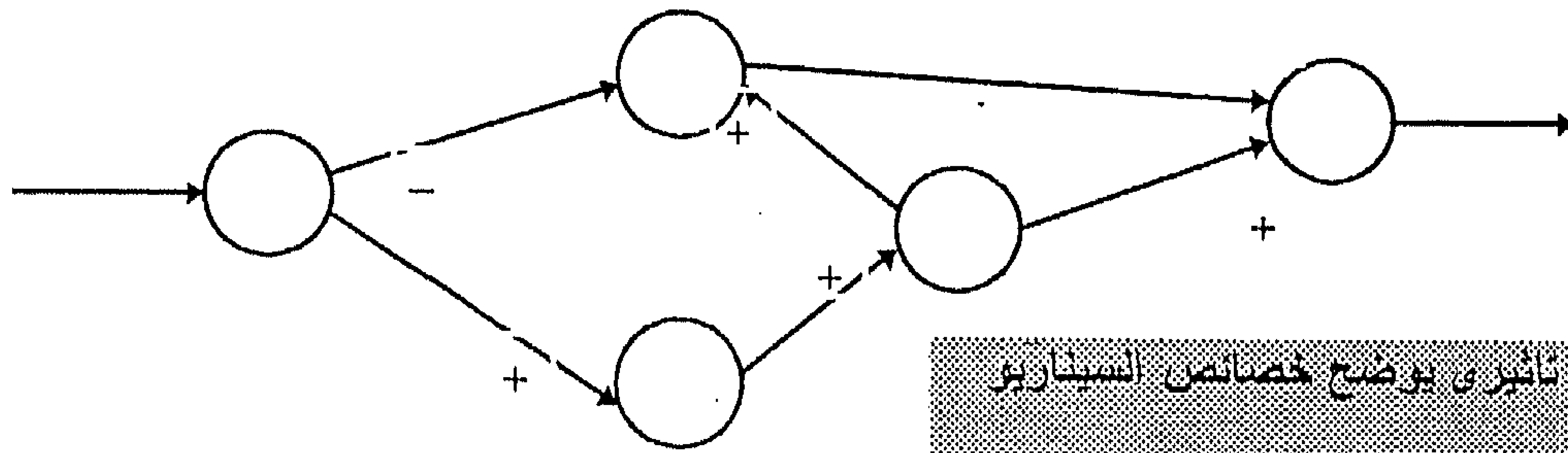
- هل الاتجاهات المستقبلية متوافقة فيما بينها ؟
- هل تتعايش نتائج اللايقينيات ؟
- هل تصرف المنتفعين متناسبا مع اهتماماتهم ؟

٤-٨ : تقييم السيناريوهات :- بعد إجراء التعديلات الخاصة بالتناسق والتوافق والانسجام لكل سيناريو والحصول على السيناريوهات المعدله يجب تحديد أثر السيناريو على المنتفعين بتحديد دور كل منهم ويشمل ذلك :-

- المستهلكين
- الموردين
- الشركاء فى الاستراتيجية
- المشرعين
- المستشارين
- الاكاديميين

قد تؤدى المناقشة بين المنتفعين الى ظهور موضوعات جديدة لم تكن مطروحه ، تؤدى الى تعديلات فى مفاهيم القوى الدافعة او الاتجاهات او اللايقينيات الحرجة بما يؤدى الى إعادة وتعديل السيناريوهات .

٤-٩ : الاشكال التاثيرية :- بعد اجراء التعديلات اللازمة ولامكان التوصل الى منظور كمى يمكن التعبير عن كل سيناريو بشكل تاثيرى والذى يوضح العلاقة الديناميكية كما يمكن تضمين التغذيات المرتدة الموجبة والسالبة .



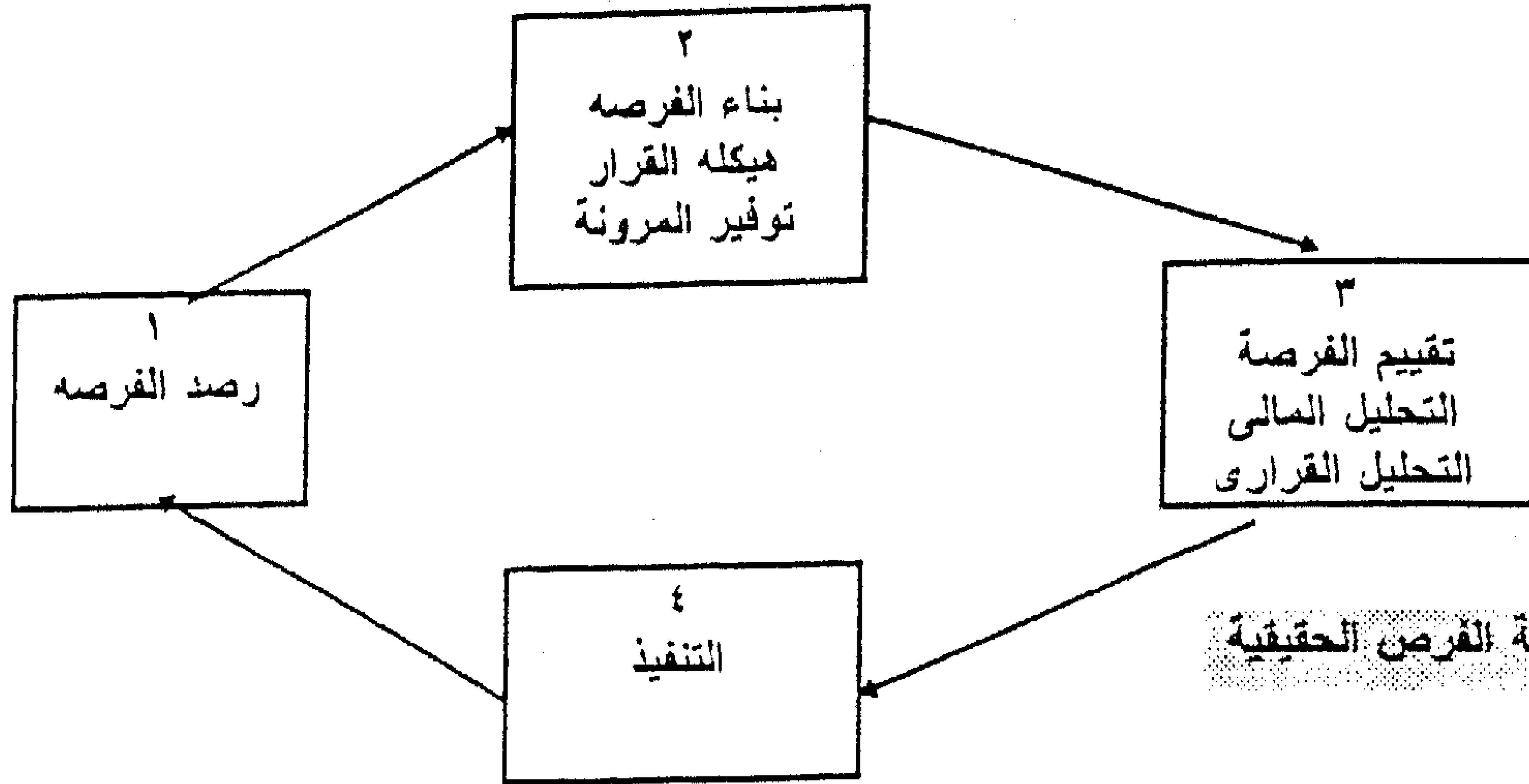
شكل (١١) شكل تأثيرى يوضح خصائص السيناريو

يلاحظ أن العلاقات السببية ليس لها درجة عالية من الاهمية بقدر توضيح التفاعلات التبادلية وتوضيح شكل النموذج المركب وكيف ينشا من تفاعلات بينية بسيطة مما يساعد متخذى القرار على توضيح النماذج الذهنية وتحديها .
ويكون من المفيد فى هذه الحاله ان نطلب وضع كل سيناريو على شكل قصه أو رواية محكمه الاطراف ومقنعه ، ومن هنا جاءت تسميه السيناريوهات .

٤-١٠ : الدراسات الكمية :- بعد الانتهاء من الشكل الرئيسى للسيناريوهات يكون الخطوة الاخيرة هى تقدير مدى اللايقين فى المتغيرات الرئيسية وتحديد القيم الكمية للمتغيرات فى ظل كل سيناريو .
ونلاحظ ان السيناريوهات تضع فى البداية ما يلى :-

١- ضرورة مواجهه المديرين للمتغيرات التى تحدث بقدر عالى من المرونة وبالتالى يكون الاداء الادارى مؤثر هام فى تحديد نتائج السيناريو فى نفس الوقت يجهز كل سيناريو المؤسسة على المبادرة .
٢- الابتعاد عن الاساليب التقليدية فى التحليل الكمى مثل تحليل الحساسية فى العمليات التخطيطية البحتة .
٣- مساعده المدير على إكتشاف القيود الذهنية التى تمنع اتخاذ خطوات مبادرة .

وقد برز حديثا فى مجال التقييم الكمى للسيناريوهات مفهوم تقييم الفرص الحقيقية والذى يبدا بعد تحديد السيناريو لتحديد او تأليف الفرصة ، من خلال رصد الفرصة ثم بناءها من خلال مجموعة التحركات القرارية التى يمكن من خلالها هيكلة القرار ثم تقييم الفرصة بإستخدام النماذج المالية والتحليل القرارى ثم التنفيذ والتطبيق ويوضح هذا المنهج فى شكل (١٢)



شكل (١٢) ديناميكية الفرص الحقيقية

ويأخذ اسلوب تقييم الفرصة فى اعتباره توقعات زيادة قيمة السهم . واحتمالات حدوث ذلك طبقـا للتدخـل الادارى الذى يتم طبقا لما يسفر عنه التنفيذ الفعلى للسيناريو .

ويلعب اللايقين فى نماذج الفرص الحقيقية دور ايجابيا كفرصة لزيادة قيمة الاسهم وليس كسبب فى نقص القيمة الحالية للتدفقات النقدية او صافى القيمة الحالية .

٥ – ادارة الشبكات المعرفية :–

لامكان التنظيم والاستفادة المعرفية يتعين تحليل الشبكة المعرفية التى يقع فيها المشروع .

٥–١ : تحديد الكيانات الفاعلة فى الشبكة وتحديد انواع العلاقات والروابط والتى يمكن أن تتخـذ صـور مشتركة طبقا لنوع النشاط والموارد المتاحة للاطراف ، وعلى سبيل المثال وليس الحصر يمكن ان تصاغ علاقات مثل :–

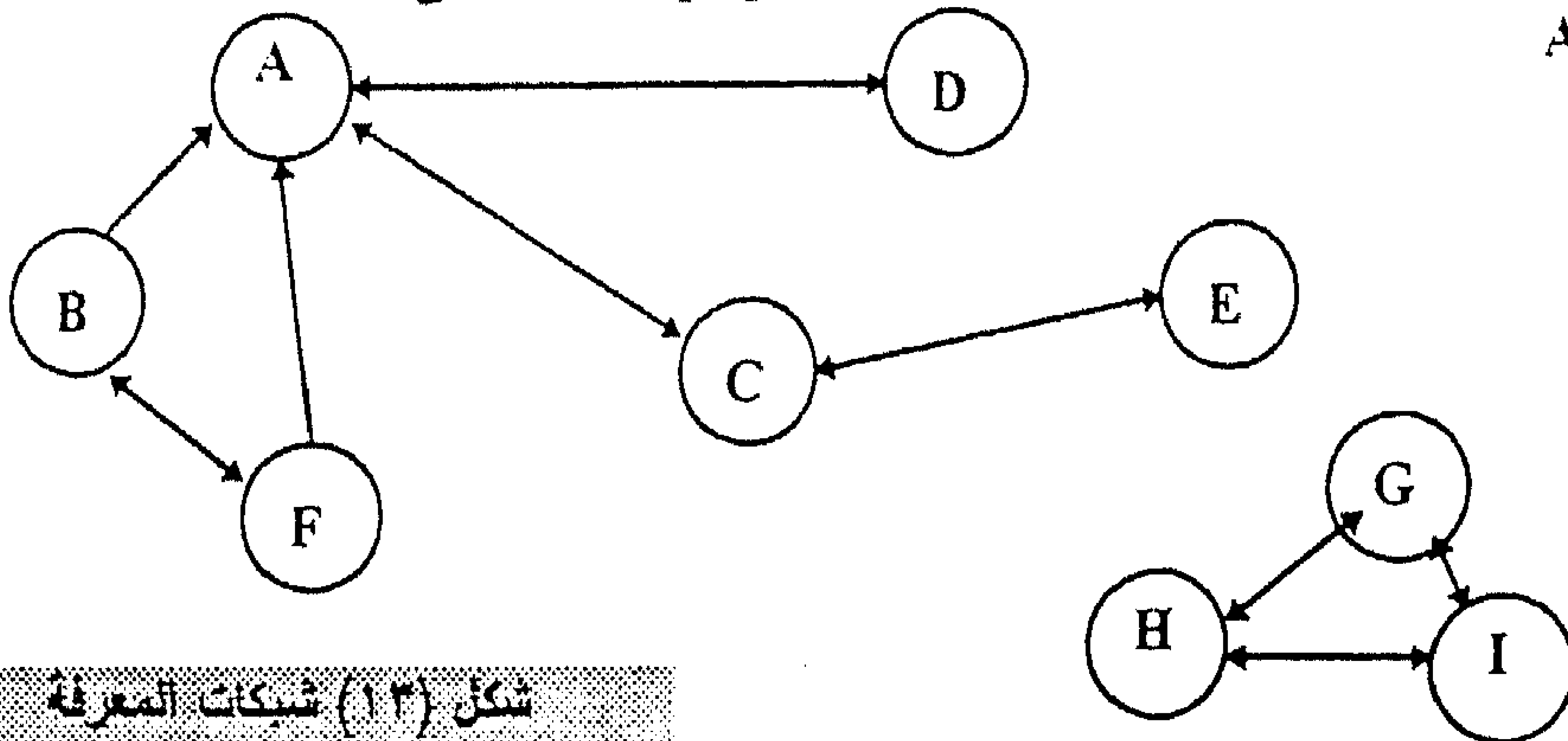
ا – تحالف .
ب – مشاركة تعاونية .
جـ – تبادل معلوماتى .
د – إتصال الكترونى .

٥–٢ : تحديد امكانيات التدفق المعرفى :– يتم ذلك بدراسة التشابه التقنى أو الجغرافى أو اشكال بـراءات الاختراع .

٥–٣ : الميزة الشبكية :– يمكن قياس الوضع التنافسى او الميزة الشبكية التى تحققها الشبكة بقياس :–

ا – درجة التركيز

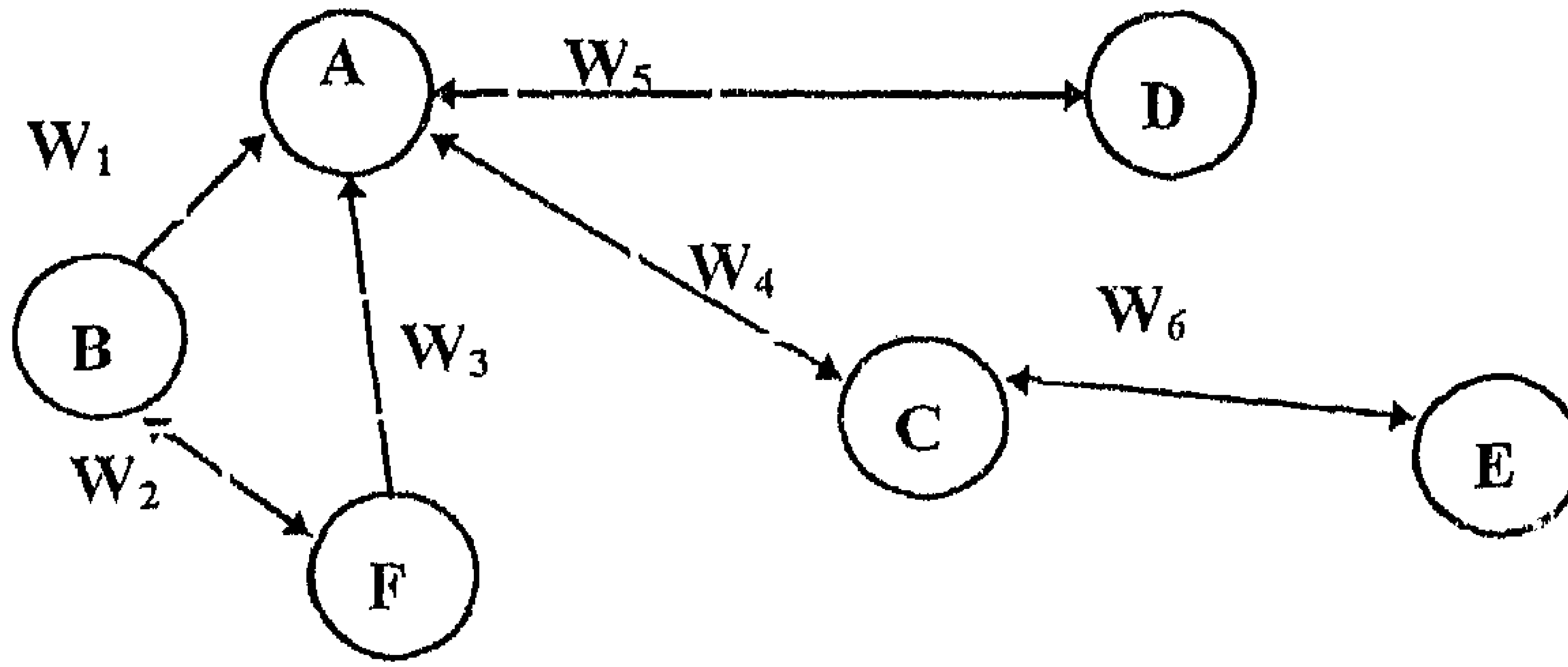
حيث يتضح ان (A) تشكل وضع مركزى للتدفق المعرفى فى عنقود معرفى يتكون من ABC, DEF



شكل (١٣) شبكات المعرفة

فى حين ان العنقوديات I G H منفصلة .

ب- الوضع المرجح :- مقياس الوضع المرجح يأخذا فى إعتباره كمية المعلومات التى تتدفق بين الاطراف ونعطيها اوزانا .



وتضع قواعد الادارة للشبكات المعرفية المهام الجديدة التالية للتنظيم :-

ا - ضرورة تحقيق رؤية عن وضع المؤسسة الشبكى
ب - حساب الوضع النسبى والتدفق المعرفى للمؤسسة
جـ - البحث عن فرص زيادة التدفق المعرفى من خلال روابط جديدة أو وضع متمركز .

٥-٤ : الاشكال التنظيمية الجديدة لمؤسسات الاعمال :- إن العلاقات المعرفية وضرورة تعظيمها تفرض اشكال تنظيمية خارج التنظيم وداخله أيضا والتى يتعين أن تعيد صياغه العلاقات والروابط لتحقيق اهداف التنظيم والاستراتيجية فى مجال الاسواق والتقنيات والعمليات بما يحتم اللجوء الى علاقات تنظيمية جديدة.

هذه الاشكال لن تلغى الاشكال التنظيمية الرسمية الهيراريكية بل تضيف علاقات غير رسمية او تقديرية لشبكات تنظيمية شبكية داخلية وخارجية من خلال مشروعات واتصالات شبكية او فرق وتنظيمات مدارية.

==

* المراجع :-

١- دكتور / لطفى لويز سيفين " الاتجاهات الحديثة فى التنظيم والادارة "
ورقة عمل مقدمة فى المؤتمر السنوى لجماعة الادارة العليا .
الاسكندرية - اكتوبر ٢٠٠٠ .

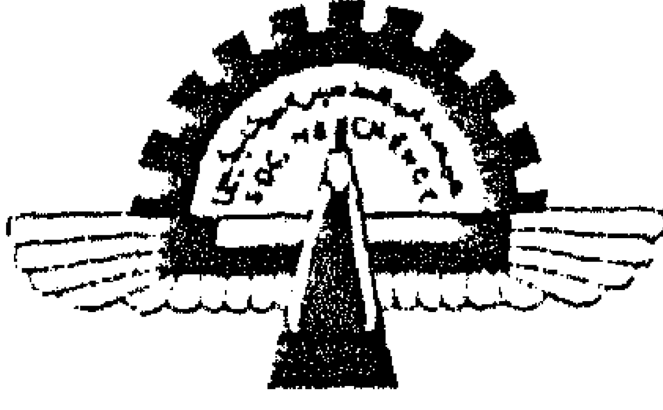
٢- دكتور / لطفى لويز سيفين " إدارة وتخطيط التكنولوجيا - رؤية معاصرة "
الجمعية العربية للادارة - دار غريب ١٩٩٩ .

٣ -

WHARTON on :

" Managing Emerging Technologies "
George S.Day , Paul H. Schoemaker
Joh Wiley & Sons , 2000

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسةمهنة الهندسة الميكانيكية

3/7

اللغة كعنصر فاعل فى توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة

دكتور / محمد يونس الحملاوى

بسم الله الرحمن الرحيم

اللغة كعنصر فاعل فى توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة

أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملاوى

أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

نبذة:

تعتبر قضية توطين التقنيات أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، وهى قضية تتفاعل فيها عدة عوامل من أهمها التعليم. تناقش الورقة تأثير لغة التعليم على كفاءة العملية التعليمية وتخلص إلى أن الكفاءة مرتبطة بالتعليم باللغة الأم (اللغة العربية) سواء فى التعليم الجامعى أم فى التعليم قبل الجامعى. كما تخلص الورقة إلى أن ناتج العملية التعليمية المتدنى على مستوى التعليم الأساسى يستلزم جهداً مضاعفاً من المهندسين حال تصميم مختلف المنتجات كى تؤدى منظومة الإنتاج عملها بفاعلية. وتشير الورقة إلى أن التعليم بلغة أجنبية ذا مردود سلبى بينما تعليم اللغات الأجنبية ذا مردود إيجابى. وتخلص الورقة كذلك إلى أن تطوير مهنة الهندسة سواء فى حقول الإنتاج أم فى المعاهد والكليات التعليمية يستلزم وجود لغة واحدة لجميع تلك الأطراف التى تتداخل فيما بينها ومع المجتمع الذى يُكوِّن المدد الدائم للمنتجات التى تستهدفها مهنة الهندسة. لقد بات تفعيل مهنة الهندسة واستمرارها فى الاحتفاظ بريادتها للمناشط المجتمعية من خلال التصاقها بالمجتمع من أساسيات تطوير مهنة الهندسة ذاتها. ومن ثمَّ تدعو الورقة إلى أن تكون لغة الربط بين مختلف مناشط المجتمع هى اللغة العربية.

١ . مقدمة:

تعتبر قضية توطين التقنيات (التكنولوجيا) أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، ومن ثم تأتى قضية ربط مختلف أوجه العملية الإنتاجية من خلال لغة واحدة من بديهيات أية منظومة فاعلة حتى تتكامل أعمال مختلف التخصصات الفاعلة فى منظومة الإنتاج أفقياً إضافة إلى التكامل الرأسى داخل التخصص الواحد بمستوياته المتعددة. وهذا يدعو إلى اعتبار اللغة عنصر توطين للصناعة وأداة لتعظيم الاستفادة من المنتجات فى ذات الوقت، وهو ما سوف يؤدى إلى تطوير مهنة الهندسة ذاتها نتيجة الممارسة الحقيقية بين مختلف عناصر العملية الإنتاجية ومن ثمَّ تفاعل تلك العناصر مع بعضها داخل وخارج القطاعات الهندسية التى بات الكثير منها مجالاً خصباً لمنظومة الهندسة[١].

[١] محمد يونس الحملاوى؛ توطين التقنية (التكنولوجيا)؛ ندوة آفاق الصناعة المصرية فى مدخل الألفية الثالثة؛ القاهرة؛ ١٥ نوفمبر ١٩٩٩م.

وعلى الجانب التعليمى سواء فى الجامعة أم فى المعاهد الفنية أم فى الدورات التدريبية بعد ذلك نجد أن للغة دوراً متنامياً فى إصلاح مسار التعليم ومنه التعليم الهندسى[٢]. وتشير الورقة إلى أنه بتحليل نتائج طلبة إحدى كليات الهندسة أخذاً فى الاعتبار نوعية المدرسة التى حصلوا منها على الثانوية العامة ولغة تدريس المواد فى المرحلة الجامعية، يمكننا استنباط بعض المؤشرات التى تشير إلى سلبية الدراسة باللغات الأجنبية كلغة تعليم فى مصر سواء فى مرحلة التعليم العام أم المرحلة الجامعية، بعكس التوسع فى دراسة اللغات الأجنبية ذاتها نظراً لاحتياج المجتمع لها فى منظومة التنمية. وتخلص الدراسة إلى دحض المقولة التى يروج لها باستمرار دون دراسات علمية كافية من أن مدارس اللغات والمدارس التجريبية يحصل طلبتها على نتائج أفضل فى مرحلة التعليم العام وتدحض أيضاً المقولة التى تشير إلى أن خريجى مدارس اللغات يتفوقون فى مرحلة الدراسة الجامعية على أقرانهم خريجى المدارس التى تدرس جميع العلوم باللغة العربية.

تركزت الدراسة على مجموعتين من الطلبة أولهما طلبة السنة الإعدادية فى كلية الهندسة جامعة عين شمس للعام الجامعى ١٩٩٧ / ١٩٩٨ م، أما المجموعة الثانية فكانت الطلبة الحاصلين على الشهادة الإعدادية فى محافظة القاهرة لأكثر من عام دراسى. كما تجدر الاشارة الى أن الدراسة قامت على تحليل النتائج النهائية المعلنة فى السنوات محل الدراسة ولم تتجه نحو أسلوب الاستبيان بل شملت جميع الطلبة الذين ينطبق عليهم المواصفات فى كلا المجموعتين. وسأشير فى الدراسة الى المدارس التى تدرس المواد العلمية كالعلوم والرياضيات باللغة العربية بمصطلح المدارس العربية سواء أكانت مدارس حكومية عربية أم مدارس خاصة وسأشير الى المدارس التى تدرس المواد العلمية باللغة الأجنبية بمصطلح مدارس اللغات سواء أكانت مدارس لغات خاصة أم مدارس حكومية تجريبية.

٢. اللغة وتوطين التقنيات:

يقول ابن خلدون فى مقدمته أن المغلوب مولع دائماً بالغالب فى مأكله ومشربه وملبسه. وأظن أن هذا هو ما يفسر لنا طوفان الكلمات الأجنبية التى يلوكها المجتمع صباح مساء ولا يدرى مدلولها غالباً. تلك الكلمات سلبت لغة المجتمع من عقول أفراده ولم تستبدلها إلا برطانة غاب مدلولها، فقطعت فئات المجتمع إرباً إرباً، ولم تنتج طيلة أكثر من مائة عام أى تقدم حقيقى أو أى إبداع حقيقى. ولنتساءل هل تم النظر إلى لغة الحوار بين مختلف أوجه العملية الإنتاجية آخذين فى الاعتبار ما للغة من أهمية كعنصر تلتف حوله بعض المنتجات؛ ومنها منتجات ذات تقانة عالية كالحواسب؟ وهل يتم التعامل مع اللغة على انه عنصر مهم فى التعامل مع المنتجات سواء المستوردة أم المحلية؛ رفعاً لكفاءة استخدام الآلات والمعدات وتوطيناً لتقنياتها ومحواً للغرابة عنها؛ وهو أمر يستدعى فى كثير من الأحيان تقييس توصيف تلك المنتجات وتلك التعاملات؟ وهل تم النظر إلى اللغة كأداة توطين للصناعة وكأداة لتعظيم الاستفادة من المنتجات؟ هذه المنظومة تدعونا إلى أن نقارن بين شعب يفرض على من يستعمل لفظاً أجنبياً له بديل

---

[٢] محمد يونس الحملاوى؛ نحو فلسفة هندسية لتطوير التعليم الهندسى؛المؤتمر الدولى الثالث للتعليم الهندسى؛ القاهرة؛ ١٤-١٨ نوفمبر ١٩٩٤م.

محلى غرامة مالية وبين شعب تقف لغته منبوذة فى وسط معترك حياته! وتدعونا أن نقارن بين شعب تتناغم منظومة عمله من خلال لغة مشتركة يفهمها الجميع وبين شعب يقطع أوصاله إرباً حين يفرض على كل تخصص لغة أجنبية ليمنعه من التواصل بين غيره من التخصصات وليفصل بين مختلف شرائح التخصص الواحد!

إننا وخلال ما يقرب من قرن كانت دراساتنا العلمية بلغة أجنبية ولم يؤد ذلك إلى تفوق ما؛ بل على العكس أدى ذلك بالإضافة إلى أسباب أخرى، إلى مزيد من التخلف عن ركب الحضارة رغم أن إسهامنا فى مسيرة الحضارة الإنسانية قديماً ليس محل شك وبالتالى فإن من حقنا وواجبنا أن يكون لنا حالياً إسهام واضح فى مسيرة التقدم. إن تأثير التدريس بلغة أجنبية على انتماء الأفراد سلباً لهو بالأمر الواضح تماماً مثل وضوح تأثير عملية التدريس بلغة أجنبية على مستوى الاستيعاب كما يتبين من خلال الدراسات التى أجريت على نتائج طلاب المراحل التعليمية المختلفة الجامعية منها وقبل الجامعية. ولعل هذا هو السبب الأساسى وراء فرض المستعمر البريطانى فور احتلاله مصر التدريس بالإنجليزية فى المدارس المصرية.

إن نظرة سريعة على المجتمعات المتقدمة المعاصرة ليؤكد لنا أن استيعاب تلك المجتمعات للحضارة وإسهاماتهم فيها ما كان ليكون لولا تفاعلهم معها بلغاتهم وليس بلغة أجنبية. لقد استوعبت لغتنا تلك المعارف وتلك العلوم إبان فترة تقدمنا. ولم تشذ حضارتنا عن النهج الطبيعى للاستيعاب الذى يفضى إلى الإبداع فحركات التقدم كانت دائماً تتلو حركات ترجمة نشطة. وهذه حقيقة فى جميع الحضارات سواء عند العرب قديماً وفى دول آسيا وأوروبا حديثاً. أإسهاماتنا فى العلم بكل ثقلنا الحضارى أكبر أم إسهامات شعوب لا يزيد تعدادها عن العشرة ملايين بل وعن الخمسة ملايين؟ إن إسهاماتهم تفوق إسهاماتنا بمراحل. فهل لنا أن نلحق بهم بالعلم والعمل لا بالكلام؟

٣. خريجى المدارس التجريبية ومدارس اللغات وخريجى مدارس التعليم العام العربية فى المرحلة الجامعية (دراسة على طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس):

لقد شمل الجزء الأول من الدراسة والخاص بطلبة السنة الإعدادية فى كلية الهندسة جامعة عين شمس جميع الطلبة المتميزين حتى لا يكون هناك مجرد شبهة تحيز فى مجموعة البحث. كما شملت الدراسة فقط الحاصلين على الثانوية العامة ومن ثم فان المحتوى العلمى لكلا المجموعتين واحد حتى نستطيع أن نحيد مختلف عناصر الدراسة عدا عنصر اللغة التى يتم التدريس بها. وتبقى بعض العناصر ذات العلاقة بمدرسة بعينها من ناحية عدد الطلبة فى الفصل الدراسى الواحد والمستوى الثقافى لأسر طلبة المجموعتين وهى عناصر ذات أهمية فى الدراسة وسيتم مناقشة تأثيرها على النتائج. ولقد قسمنا الطلبة المتميزين الى مجموعتين تبعا لنوعية المدرسة التى حصلوا منها على الثانوية العامة فكانت هناك مجموعة المدارس العربية ومجموعة مدارس اللغات. وركزت الدراسة على نتائج مجموعتى الطلبة فى مواد اللغة الإنجليزية، والرياضيات، والفيزياء، والكيمياء الهندسية؛ وهى مواد يتم تدريس بعضها باللغة العربية وبعضها

باللغـة الإنجلـيزية؛ إضافة الى المجموع الكلى فى الكلية، من خلال إيجاد علاقة بين تلك النتائج وبين نتائج المـواد ذات الصلـة بمـواد الدراسـة والتى سبق لهم دراستها فى المرحلة الثانوية وهى مواد اللغة العربية واللغة الإنجليزية والفيزياء والرياضيات والكيمياء[٣].

ولقـد أظهـرت نتائج الدراسة أن متوسط المجموع الكلى فى شهادة الثانوية العامة لهؤلاء الطلبة الممتازين الذيـن التحقوا بكلية الهندسة جامعة عين شمس فى ذلك العام، لمجموعة المدارس العربية هو ٣٨٥,٨٣ درجة أمـا بالنسـبة لمـدارس اللغـات فقـد كـان ٣٨٤,٥ درجة. وهذه النتيجة فى حد ذاتها هى عكس ما يردد باسـتمرار مـن أن المـدارس العربـية ذات مسـتوى تعليمى أدنى من مدارس اللغات، وهو أمر يروج له باسـتمرار حـتى يدخـل فـى روع الجميع أنه كى يحصل الطالب على مجموع أعلى فى دراسته لابد وأن ينخرط فى سلك مدارس اللغات.

وفـى مـادة الفـيزياء على وجه التحديد كان متوسط درجة طلبة المدارس العربية فى الثانوية العامة ٤٩,٣٤ % فـى حيـن كـان المتوسط لطلبة مدارس اللغات ٤٨,٩٧% وغنى عن البيان أن مادة الفيزياء تحتاج الى فهـم وتعبـير، وأعـتقد أنها دليل ومقياس جيد لمدى استيعاب الطالب. وهذه النتيجة تؤكد سابقتها والخاصة بـالمجموع الكلـى. وبدراسـة نتـيجة مـادة الفـيزياء فى السنة الإعدادية، اتضح حصول مجموعة المدارس العربـية علـى ٣,٩٣ من ٤، بينما كانت النتيجة لمجموعة مدارس اللغات ٣,٥٨ من ٤. وبملاحظة الفرق بين درجـات مـادة الفيزياء فى الثانوية والذى يشير الى تفوق مجموعة المدارس العربية عن مجموعة مدارس اللغـات بنسـبة ٠,٦٧% نجد أن الفرق قد تضاعف ليصبح بعد نهاية السنة الإعدادية ٩,٧٨% وهو ما يعنى معـدل تقـدم عالى لصالح خريجى المدارس العربية حيث استطاعوا أن يحصلوا فى دراستهم الجامعية قدرا أكبر من المعلومات.

ومـن المفيد أن نشير إلى نتائج بعض المواد الأخرى لنتبين أن نتيجة مادة الفيزياء تتناغم مع نتائج بقية المـواد، فـنجد أنـه فـى مادتى الرياضيات ١، ٢ فلقد حصلت مجموعة المدارس العربية على ٣,٩٦٥ من ٤، بيـنما كانـت النتيجة لمجموعة مدارس اللغات ٣,٧٤ من ٤. وبمقارنة ذلك بمتوسط درجة مادتى الرياضيات ١ ، ٢ فـى الـثانوية العامـة والتى كانت ٤٩,٧٩٥ و ٤٩,٧٦٥ على التوالى يتضح التحسن الواضح فى أداء مجموعة المدارس العربية.

أمـا بالنسـبة لمـادة الكيمياء الهندسية فلقد حصلت مجموعة المدارس العربية على ٣,٨ من ٤، بينما كانت النتـيجة لمجموعـة مـدارس اللغـات ٣,٧١ من ٤. وبمقارنة ذلك بمتوسط درجة مادة الكيمياء فى الثانوية العامـة والـتى كانـت ٤٩,٣٧ و٤٩ علـى الـتوالى يتضح كذلك التحسن النسبى فى أداء مجموعة المدارس العربية.

---

[٣] مـراد عـبد القـادر ومحمـد يونـس الحمـلاوى؛ أثر لغة التعليم فى المرحلة الثانوية فى استمرار التفوق فى المرحلة الجامعية: دراسة على طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.

وبالنسبة لمتوسط المجموع العام فلقد سجلت مجموعة المدارس العربية مجموعا كليا فى السنة الإعدادية قدره ١٣٤٨,٢ فى مقابل ١٣١٨,٦ لمجموعة مدارس اللغات. وبمقارنة تلك النتائج مع مجموع الدرجات لكلا المجموعتين فى الثانوية العامة يتضح لنا بجلاء التحسن الواضح فى أداء مجموعة المدارس العربية سواء على مستوى المواد العلمية؛ بصرف النظر عن لغة تدريسها؛ أم على مستوى المجموع العام.

وتؤكد تلك النتائج دحض المقولة التى يروج لها باستمرار وهى أن مدارس اللغات تعطى نتيجة أفضل فى نتائجها فالعكس هو الصحيح سواء فى نتائج تلك المدارس أم فى تحصيل خريجى تلك المدارس فى المرحلة الجامعية، وهو أمر يضع علامات استفهام عديدة على جدوى إنشاء والتوسع فى مدارس اللغات الخاصة والمدارس التجريبية الحكومية وعلى الهدف الخفى من إنشائها أهو لبناء موظفين أم لبناء أبناء لهذا الوطن؟ وما هى جدوى الإنفاق على هذه النوعية من المدارس؟

والوجه المكمل للقضية هو مادة اللغة الأجنبية فى الثانوية العامة. فدرجات مادة اللغة الأجنبية فى الثانوية العامة كانت فى صالح طلبة مدارس اللغات بمتوسط مقداره ٤٧,٦٥ فى مقابل ٤٦,٨٧ لطلبة المدارس العربية. ودعونا ننظر لهذه الأرقام ونستنتج منها أن هؤلاء الطلبة الذين خرجوا من مدارس اللغات لو حذفنا من مجموعهم مادة اللغة الأجنبية لوجدنا أن عددا منهم لم يكن ليدخل كلية الهندسة جامعة عين شمس ابتداءً. النقطة الأخرى أنه بالنسبة لهؤلاء الطلبة فلقد لعبت اللغة الأجنبية دورا آخر فى دخولهم كلية الهندسة حيث اختار ٤٨,٤٪ منهم مادة اللغة الأجنبية كمادة للمستوى الرفيع فى حين أن تلك النسبة كانت ٦,٧٪ بالنسبة للمدارس العربية. ومن ثم يمكننا القول أن نسبة لا يستهان بها من درجات طلاب مجموعة مدارس اللغات أتت من اللغة الأجنبية وليس فى مجموعة المواد العلمية. ومن ثم فأننا إذا راعينا عامل اللغة الأجنبية المضاعف الذى أفاد مجموعة مدارس اللغات فسنجد أن العديد من هؤلاء الطلبة لن يدخلوا كليات القمة وخاصة كلية الهندسة. والنقطة الأخرى أن هذا التفوق النسبى الذى مرده مادة اللغة الأجنبية قد استمر فى الدراسة الجامعية حيث حصل طلبة المدارس العربية فى مادة اللغة الإنجليزية على ٢,٣ من ٤ فى حين حصل طلبة مدارس اللغات على ٢,٣٩ من ٤ مما يعنى أن جزءا من محتوى التفوق لمجموعة طلبة مدارس اللغات ما زال يأتى من مكون للغة الأجنبية وليس مكون المواد العلمية، وهو أمر يجعلنا نتساءل عن نسبة طلبة مدارس اللغات الذين لن يستطيعوا الحفاظ على مستوى تميزهم ان نحن أسقطنا مكون اللغة الأجنبية من مجموعهم الكلى؟

وحتى نلاشى عنصر تفوق مجموعة المدارس العربية على المجموعة الأخرى فى بداية الحياة الجامعية فلقد تم حساب نسبة عدد الطلبة الذين استمروا فى نفس مستواهم فى كلا المجموعتين. وتبين من الدراسة أنه فى مادة الفيزياء استمر ٩٣ ٪من طلبة المدارس العربية فى مستواهم فى مقابل ٦٤,٥٪ بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات. وكانت نتيجة حساب متوسط درجتى مادتى الرياضيات فى الكلية وفى الثانوية العامة أن ٩٣٪ من طلبة المدارس العربية قد استمروا فى نفس مستوى تفوقهم فى مقابل ٧١٪ بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات. كما كانت نتيجة حساب متوسط درجة مادة الكيمياء فى الكلية وفى

الثانوية العامة أن ٨٠% من طلبة المدارس العربية قد استمروا فى نفس مستوى تفوقهم فى مقابل ٧٤% بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات[٤].

ولنعد إلى نقطة مجموع الثانوية العامة لأشير إلى أن العاملين الذين أشرنا إليهما فى البداية وهما عدد الطلبة فى الفصل الدراسى الواحد والمستوى الثقافى لأسر طلبة المجموعتين وهما عنصرين سلبيان للأسف بالنسبة للمدارس العربية حيث يزيد متوسط عدد طلاب الفصل الواحد فيها عن مثيله فى مدارس اللغات والمتوقع أنه فى حالة تساوى الأعداد أن يزداد تفوق طلبة المدارس العربية. أما بالنسبة للمستوى الثقافى لأسر المجموعتين فلقد فاق متوسط المستوى الثقافى لمجموعة مدارس اللغات نظيره فى المدارس العربية وهو أمر يشير أيضا الى أنه فى حالة تساوى المستويين سوف يزداد تفوق طلبة المدارس العربية.

٤. خريجى المدارس التجريبية ومدارس اللغات وخريجى مدارس التعليم العام العربية فى المرحلة قبل الجامعية (دراسة على الطلبة الحاصلين على الشهادة الأعدادية العامة من منطقتين من مناطق محافظة القاهرة):

بالنسبة للطلبة الحاصلين على الشهادة الإعدادية العامة تم أخذ مجموعتين تشملا جميع طلبة جميع المدارس فى منطقتين من مناطق القاهرة التعليمية للعامين الدراسيين ١٩٩٧/١٩٩٨م و١٩٩٨/١٩٩٩م التى بها بعض الفصول نظام مدارس اللغات وبعض الفصول نظام المدارس العربية، وذلك حتى يتم تحييد جميع العوامل المؤثرة على الدراسة عدا عنصر لغة التدريس، وتبين أن بعض طلبة المدارس العربية قد حصلوا على الدرجات النهائية فى مواد الدراسات الاجتماعية والرياضيات والعلوم أما فى مدارس اللغات فلم يحصل أحد على الدرجة النهائية فى تلك المواد[٥].

وتشير الأرقام الى أن طلبة المدارس العربية الذين حققوا فى مادة العلوم مستوى ٩٥% و٩٠% و٨٥% كانت نسبتهم على التوالى ١٦,١% و٢٣,٧% و٣٩,٨% فى حين كانت النسب لمجموعة طلبة مدارس اللغات ٩,٢% و١٣,٨% و٢٠% على التوالى. والأرقام تشير بوضوح إلى تفوق طلبة مجموعة المدارس العربية. وبالنسبة للمجموع الكلى شاملا جميع المواد لطلبة المدارس العربية فقد حصل ٢,٩% منهم على ٩٥% أو أعلى من المجموع الكلى، وحصل ١٣% منهم على ٩٠% أو أعلى من المجموع الكلى، وحصل ٢٤,٤% منهم على ٨٥% أو أعلى من المجموع الكلى. ولقد حصل طلبة مدارس اللغات فى المقابل على

---

[٤] محمد يونس الحملاوى؛ اللغة كعنصر فاعل فى تعليم العلوم؛ مؤتمر استعمال الحاسوب فى تعليم الفيزياء؛ القاهرة؛ ٢٦-٢٨ فبراير ٢٠٠٠م.

[٥] محمد يونس الحملاوى ؛ تأثير لغة التعليم فى تفوق الطلاب فى المرحلة الإعدادية؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.

٣,١%، ١٠,٨%، ٢٤,٦% لـنفس المجموعـات. ويتبين هنا أن التفوق ليس مرادفا لمدارس اللغات كما هو الانطباع الذى يراد ترسيخه فى أذهاننا حيث يتم إشاعة هذه المقولة الخاطئة والتركيز عليها دونما سند.

أمـا حينما نتفحص درجات مادة اللغة الإنجليزية فسنجد أن طلبة مدارس اللغات قد حققوا تفوقا نسبيا فى هـذه المادة فقط، بخلاف بقية المواد الأخرى، وبالتالى يمكننا القول أنه بالنسبة للمجموع الكلى المتماثل لكلا المجموعتيـن فـأن المجمـوع الـذى يحصل عليه طلبة مجموعة مدارس اللغات فى الشهادة الإعدادية ليس معـبرا عـن المسـتوى العلمـى للطالب مثل زميله المتخرج من المدارس العربية. فجزء ليس باليسير من مجموع طالب مدارس اللغات يأتى من لغة أجنبية وليس اللغة العربية أو من المواد العلمية.

وحـتى يمكننا تقييم مدى استيعاب الطلبة لأساسيات المواد العلمية فلقد قمنا بطرح درجة اللغة الأجنبية من المجمـوع الكلـى ثـم قارنـا نتائج الطلبة بعد ذلك فوجدنا أن نسبة الطلبة الحاصلين على ٩٥% فأكثر فى المـدارس العربـية لـم تتغـير حيث لم يخرج أحد من هذه الفئة إلى الفئة الأخرى، فى حين خرج جميع طلـبة مـدارس اللغـات من هذه الفئة وأصبحت النتيجة بالنسبة لمدارس اللغات صفرا بعد أن كانت ٣,١%. أمـا بالنسـبة لفـئة الحاصلين على ٩٠% فما أكثر فى المدارس العربية فلم تتغير نسبتهم تقريبا حيث خرج بعـض الطلـبة مـن هـذه الفئة ودخلها آخرون لتصبح النسبة ١٢,٥% بدلا من ١٣%، أما بالنسبة لمدارس اللغـات فلقـد تغيرت النسبة إلى ٩,٣% بعد أن كانت ١٠,٨%. أما بالنسبة لطلبة المدارس العربية الحاصلين علـى ٨٥% فمـا أكـثر فلم يخرج أحد منهم خارج هذه الفئة لتستمر نسبتهم ٢٤,٤%، فى حين هبطت نسبة طلبة مدارس اللغات من ٢٤,٦% إلى ١٠,٨%.

وتشـير الأرقـام كذلـك إلـى أنه نتيجة طرح درجة مادة اللغة الأجنبية من المجموع الكلى وإعادة حساب نسـب الـتفوق فلقد وجدنا أن ٥٠% من طلبة مدارس اللغات تغيرت حالتهم بالسالب وخرج منهم ٣٠% خارج فـئة الحاصـلين على ٨٥% فما أكثر حيث لم يحققوا الحد الأدنى للفئة وهو ٨٥% بينما لم يخرج أى طالب مـن طلـبة المدارس العربية خارج هذه الفئة. أما بالنسبة للتغيرات الداخلية التى حدثت فى مجموعة الطلبة الحاصـلين علـى ٨٥% فما لأكثر والتى تعنى تغير حالة بعض الطلبة بين الفئات الثلاث ٩٥% فما أكثر، ٩٠% فمـا أكـثر، ٨٥% فمـا أكـثر، فكانت بالنسبة للمدارس العربية بالسالب بنسبة ٧,٦% ولكن صاحب ذلك تغيير داخلـى بالموجـب بنسبة ٥,٢% لتكون نسبة التغير السالب الداخلى الكلى لمجموعة المدارس العربية ٢,٤% فـى مقـابل ٥٠% فـى حالـة مـدارس اللغات وذلك حال استبعاد درجة اللغة الأجنبية من المجموع الكلى بالنسـبة لمجموعـات التفوق الثلاث. وهذه النتيجة تعنى أن عددا كبيراً من الحاصلين على شهادة الإعدادية العامـة مـن مـدارس اللغات ما كان لهم أن يكونوا من المتفوقين وما كان لبعضهم أن ينخرط فى التعليم العـام بـل كان تحويلهم الى التعليم الفنى هو المسار الطبيعى نتيجة عدم حصولهم على الحد الأدنى للقبول فى التعليم الثانوى العام فى ذات عامى الدراسة؟!

٥. التعلم باللغات الأجنبية وتعلم اللغات الأجنبية:

ليست الدعـوة إلى تعريب العلوم بدعوة إلى نبذ تدريس اللغات الأجنبية؛ بل على العكس؛ فتدريس اللغات الأجنبية كلغـة أجنبـية فى معاهد العلم المختلفة مطلب أساسى للانفتاح على المستحدث من المعارف الوافدة من مختلف الـثقافات والأمـم. كمـا أن مـنظومة الترجمة تعنى بالضرورة التعامل مع اللغات الأجنبية بشرط أن يتم ذلك بطريقة جـادة. إن الـتدريس بلغة أجنبية قضية تختلف أيما اختلاف عن تعليم اللغات كلغة أجنبية؛ بل أننى أرى أن يـدرس الطالـب أكثر من لغة أجنبية فى مراحل دراسته المختلفة بطريقة جدية فاكتساب اللغة انفتاح على ثقافـة أهـل تلك اللغة. وما أحوجنا للانفتاح الجاد على مختلف الثقافات. كما أن تدريس اللغات يعطى ركيزة احتياطـية لأى قصـور قد ينشأ فى منظومة الترجمة التى لابد لنا من أن ننشؤها. لقد أصبح تعريب التعليم بـل وتعريب المجتمع؛ قبل أن يكون واجباً قومياً؛ ضرورة تربوية يفرضها تصحيح الممارسات الفوضوية فى العملـية التعليمـية وفـى العديد من أوجه التعاملات فى المجتمع التى دفعت اللغة العربية إلى أن تنزوى فى عقر دارها!

وحـتى لا يـتوهم مـا لـيس فـى الدراسة لابد من إيضاح أن التعليم باللغات؛ كما هى الحال فى مدارس اللغـات؛ أمـر سـلبى فـى حين أن تعليم اللغات أمر إيجابى. فلا يمكن لشعب يبغى التقدم ألا أن يمر من بوابـة الـترجمة. لقـد أضحى معرفة اللغات الأجنبية سواء الإنجليزية أم الفرنسية أم اليابانية أم غيرها من اللغـات، واجـبا ولـم يعد خيارا حتى يكون مطروحا للنقاش، وأعتقد أنه بدون تجويد اللغة العربية وتجويد اللغـات الأجنبـية ستنضـب روافـد العلـم وسنزداد تخلفا عن ركب الحضارة. وفى نفس الوقت من المفيد التأكـيد علـى أنه لم يصل أى شعب الى مرحلة الإبداع بغير لغته سواء قديما أم حديثا، فلقد أبدع العرب قديما بلغتهم، وكذلك الحال مع مختلف الشعوب لم يكن لها أى إبداع بغير لغتهم القومية.

٦. تطوير مهنة الهندسة:

حافظـت الهندسـة المدنـية وهندسـة العمـارة فـى مصر على العربية كلغة للتدريس نتيجة وجود تطبيق حياتى لهذين الفرعيـن داخـل المجـتمع ولم يمنع هذا من تطوير هذين الفرعين بصورة لا تقل إن لم تزد عن بقية فروع الهندسة وهو أمـر يدعونـا للتساؤل عن سبب هذا الوضع الذى يضع التطبيق فى نفس الكفة مع الإنجاز العلمى والتقدم. تلك الأمور لم تلفـت الـنظر إلا قلـيلاً بالنسـبة لـتطوير التعليم الهندسى وبات تطبيق الفكر المنظومى الذى هو بالدرجة الأولى هندسى على مهنة الهندسة ذاتها أمراً ضرورياً.

يتطلـب قطـاع العلـوم الهندسية جهوداً عديدة كى يمكن له أن يثمر على قدر تطلع الوطن إلى جهوده. ورغم هذا نجد هـذا القطـاع ذاتـه لا يتعامل بموضوعية فى داخله فلا يتم تقييم الكتاب الهندسى المتواجد فى هذا القطاع ولا يتم تقيـيم الأداء العلمـى لخـريجى كليات الهندسة ولا يتم تقييم مستوى الدراسات العليا لخريجى تلك الكليات ولا يـتم تـناول العلاقـة العلمـية والفنـية واللغويـة بين المهندس والفنى والعامل وهو أمر بداية يغض النظر عن جزئـيات العملية الإنتاجية. وأتساءل لم لم يتم تقييم محتوى برامج كليات الهندسة وغيرها من منطلق التنمية

الشـــاملة المتكاملة؟ولم لم يتم تقييم محتوى برامج المعاهد الفنية والمدارس الصناعية والفنية من نفس هذا المـــنطلق؟ان نظـــرة واحـــدة الى مستوى خريجى التعليم الجامعى وما دونه سوف تجيب وبحسرة عن هذه الأســـئلة. ونتـــيجة لعـــدة أسباب (لا يمكننا الجزم أن حال القطاع ليس أحدها) تقل نسب الطلاب الذين يتخصصون فى دراســـة الهندســـة بالمقارنـــة بمجـــتمعات الـــدول المتقدمة. ورغم أن العامل الاقتصادى يلعب دوراً كبيراً فى منظومة التنمـــية لكـــن أهميـــته تتغير نسبتها فى وجود عناصر أخرى منها نظام التعليم على سبيل المثال والنظام الاجتماعى كذلك. فـــى اليابان يزيد عدد طلبات الحصول على براءات الاختراع من اليابانيين عن ثلاثة أضعاف ما يقدم فى الولايات المـــتحدة الأمريكـــية مـــن الأمريكيـــن رغم أن عدد سكان اليابان يعادل ٤٦,٦٧% من عدد سكان أمريكا[٦]. وهو ما يعنى تغـــير الـــوزن النســـبى للعديد من العوامل من مجتمع لآخر. ولنتذكر أن البنية المجتمعية فى الدول المتقدمة قد وفرت لهـــا ولغـــيرها رصـــيداً متنامياً مجانياً من البحوث يمكننا أن نستغلها مجاناً ولكننا لا نفعل. ونفس الشىء ينطبق على بـــراءات الاخـــتراع التى تنص مختلف القوانين على محلية تسجيلها ولكننا لا نتعامل معها. وهذا أمر يمكن أن يدخل فى مجـــال الرشـــد العلمى؟ وتقف منظومة التعليم مع غيرها من منظومات المجتمع فى قفص الاتهام حين نتبين أن خريج المـــرحلة الأبتدائـــية يصـــل درجـــة اتقانه للغة العربية عند إكمال التعليم الأبتدائى إلى حوالى ٤٠% من المهارة المـــتوقعة لخـــريج نفـــس المـــرحلة بيـــنما لا تتعدى درجة إتقانه للرياضيات ٣٠% فى نفس الظروف. وهذا مؤشر يشـــير إلـــى تدنـــى فـــرص مشـــاركة هذا الخريج فى بناء مجتمعه. والأخطر من ذلك أننا نجد أن درجة إتقان للغة العربـــية تصـــل عـــند إتمام المرحلة الثانوية إلى ٨٠% من مستوى المهارة المتوقع عند انتهاء التعليم الابتدائى، كمـــا تصـــل درجـــة إتقانـــه للرياضـــيات إلى ٥٠% من مستوى المهارة المتوقع عند انتهاء التعليم الابتدائى[٧]. ورغـــم عمـــوم هـــذه المؤشـــرات إلا أنها بداية لا تستثن من ينخرط فى التعليم الصناعى كما أنها تشير إلى آلية الفهم لخـــريجى التعلـــيم تتطلـــب أن يُـــراعى ذلـــك فى تصميم أى مُنتج أو أى عملية إنتاجية أو خدمية، حتى يمكن أن نرفع من كفـــاءة تلـــك العملـــيات. وهـــذا الـــتدنى فى الكفاءة يتطلب جهداً مضاعفاً للتغلب عليه حال تصميمنا مثلاً بوابات المركبات والحـــافلات الـــتى نكـــتفى بـــأن نكتـــب عليها ما يدل على مكان الصعود والهبوط على سبيل المثال ونحن نعرف أن نسبة الأمـــية فـــى مصـــر تصـــل إلـــى ٤٧,٣% والبقية التى جاهدت للخروج من حبائل الأمية لا يجيد العديدون منها أساسيات اللغـــة والحســـاب رغـــم أن نســـبة الالـــتحاق بـــالمدارس الإبتدائية تصل إلى ٩٥,٢%[٨]! هذا الأمر يفرض علينا أن نفكر بصـــورة غـــير تقلـــيدية لمواجهـــة تلك المواقف عن طريق التصميم الجيد وليس من خلال أوامر وتعليمات نعرف مسبقاً أنهـــا لـــن تـــنفذ. هـــذا الأمـــر يفرض علينا أن نُهندس الأخلاق فى مناحى كثيرة بل ونُميكنها إذا لزم الأمر. إضافة إلى ما ســـبق يـــبقى علينـــا أن نراعى ذلك البعد فى مقرراتنا الدراسية خاصة فى التعليم الفنى[٩]. كما أن التصدى لهذه المسألة فى

---

[٦] تقرير عن التنمية فى العالم ١٩٩٩/٢٠٠٠؛ البنك الدولى للإنشاء والتعمير؛ واشنطن؛ الولايات المتحدة الأمريكية؛ ٢٠٠٠م.

[٧] نـــادر فـــرجانى؛ العلاقـــة بيـــن التعلـــيم والعمـــل فـــى مصر؛ المؤتمر السنوى الرابع للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٠-٢٢ يناير ١٩٩٦م.

[٨] Human Development Report 2000; United Nations Development Programme (UNDP); New York, U.S.A.; 2000.

[٩] محمـــد يونـــس الحمـــلاوى؛ هندســـة الأخـــلاق؛ المؤتمـــر السنوى الخامس للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٥-٢٧ يناير ١٩٩٧م.

الجامعة مطلوب كذلك حتى يتمكن الخريج من مراعاتها فى تصميماته! ومن المفيد كذلك أن نشير إلى أهمية رفع مستوى الخريج سواء فى اللغة العربية أم فى اللغة الأجنبية حتى يستطيع الخريج الاستفادة من إمكانيات اللغة فى أعماله. ومن البديهى أن نشير إلى أن اللغة فى حد ذاتها مكون أساسى فى العديد من السلع ونشير على سبيل المثال فقط إلى البرامج التى تتعامل مع اللغة كمُنتَج مثل البرامج التعليمية وبرامج الترجمة الآلية وغيرها من المنتجات التى تدخل اللغة فيها بصورة كبيرة وإن كان من المهم الإشارة إلى أننا قلما نجد منتجاً لا تلعب اللغة فيه دوراً ما ناهيك عن تجانس دورة الإنتاج من خلال لغة مشتركة بين مستويات العمالة المختلفة داخل منظومة الإنتاج ذاتها. وفى غياب تلك اللغة المشتركة داخل منظومة الإنتاج تصبح جهود التنمية التقنية موضع تساؤل. وتجئ لغة التدريس فى المدارس والمعاهد والكليات الفنية كحصاد لتوجه سليم يتعامل مع الواقع كما هو ويطوره إلى مستقبل أفضل جاعلين أساسيات مهنة الهندسة أمام أعيننا من حيث انطلاقها من الواقع الحقيقى وليس الافتراضى بغية تغييره.

٧. الخلاصة:

تشير نتائج الدراسة إلى أن المدارس العربية تعطى نتيجة أفضل فى الدرجات الحاصل عليها خريجيها من مدارس اللغات بصورة ملحوظة. كما أن تتبع التحصيل العلمى لخريجى المدارس العربية فى المرحلة الجامعية يشير إلى تميز خريجى تلك المدارس على نظرائهم خريجى مدارس اللغات بصورة ملحوظة أيضاً، وهو أمر يضع علامات استفهام عديدة على جدوى إنشاء والتوسع فى مدارس اللغات والمدارس التجريبية وعلى الهدف من إنشائها؟ بل ويجعلنا نتساءل عن جدوى الانفاق على هذه النوعية من المدارس؟

إن النهوض بقضية التعليم لابد وأن ينظر لمختلف جوانب العملية التعليمية بصورة جدية. وليت الأمر كما يتبين من الدراسة توقف عند إهدار الأموال التى تنفق على نوعية من التعليم لا مردود تحصيلى لها بجانب سلبياتها فى العوامل الأخرى التى تشكل جوانب قضية التعليم كالجوانب القومية والاجتماعية وغيرها، بل لقد تعدى الأمر ذلك عندما تم توجيه جهد طلبة مدارس اللغات بعيدا عن المحتوى العلمى فى اتجاه تعليم اللغات على حساب المضمون العلمى للتعليم ذاته. وهذا الذى خلصنا اليه بما لا يدع مجالا للشك الى أن للتدريس باللغة العربية كلغة للتدريس تأثير إيجابيا على المحتوى العلمى لمختلف المواد التى يتم تدريسها. وذلك بجانب كون اللغة مكونا أساسيا فى المادة العلمية ذاتها. وهو ما اتضح بالنسبة للحاصلين على الشهادة الإعدادية العامة وبالنسبة لطلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس. وهذه فى ذاتها دعوة للقيام بدراسات مماثلة على الكليات الأخرى تدعيما لهذه النتائج التى يشير اليها سلوك مختلف الحضارات قديما وحديثا.

ومن المفيد التأكيد على أن المحتوى العلمى؛ بما فيه اللغة القومية؛ لما يتم تدريسه هدف فى حد ذاته أما المحتوى اللغوى الأجنبى فوسيلة لنقل المعارف ونحن ان وضعناه فى مكانه الطبيعى فلسوف ننهض بحال التعليم عندنا أما ما يتم حاليا من إهدار للمحتوى العلمى على حساب المحتوى اللغوى الأجنبى فهو أمر سلبى كما اتضح من النتائج السابقة. وأرجو أن تكون الأرقام التى عرضتها قد نجحت فى لفت النظر الى الفرق ما بين المحتوى العلمى والمحتوى اللغوى، وفى لفت النظر الى خطأ مقولة أن مدارس اللغات

تعطـى نـتائج أفضـل. إنهـا لدعوة لمختلف الزملاء أعضاء هيئات التدريس فى مختلف الكليات عامة وللزملاء أعضـاء هيـئات التدريس فى كليات الهندسة أن يدرسوا ويفندوا المقولات المغلوطة التى ترددها أجهزة الأعلام صـباح مسـاء مـن أن الطريق الى التفوق يمر من خلال بوابة مدارس اللغات والمدارس التجريبية، وهى مقـولات بتـنا نسـمعها وللأسـف داخل الجامعة التى عليها مناط بناء الأمم، دون أن نتوقف عندها ونتفكر فـيها؛ بل إنها وللأسف صارت من المسلمات عند البعض الذى لابد وأن يكون له وقفة مع الأرقام! وأعتقد أن الأمـر يسـتحق الوقـوف أمامه ليس فقط من باب الوطنية؛ وإن كانت الوطنية مقوم مهم فى بناء الأمم ولكـن إضـافة إلـيه مـن بـاب وجودنـا الحضارى ذاته وكذلك من باب كفاءة ما تقوم الجامعة بتدريسه لطلابها.

٨. المراجع:

١ محمـد يونـس الحمـلاوى؛ توطيـن التقنـية (التكنولوجـيا)؛ ندوة آفاق الصناعة المصرية فى مدخل الألفية الثالثة؛ القاهرة؛ ١٥ نوفمبر ١٩٩٩م.

٢ محمـد يونـس الحمـلاوى؛ نحـو فلسـفة هندسـية لتطوير التعليم الهندسى؛المؤتمر الدولى الثالث للتعليم الهندسى؛ القاهرة؛ ١٤-١٨ نوفمبر ١٩٩٤م.

٣ مـراد عـبد القـادر ومحمـد يونـس الحملاوى؛ أثر لغة التعليم فى المرحلة الثانوية فى استمرار التفوق فى المرحلة الجامعـية: دراسـة علـى طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.

٤ محمـد يونـس الحمـلاوى؛ اللغة كعنصر فاعل فى تعليم العلوم؛ مؤتمر استعمال الحاسوب فى تعليم الفيزياء؛ القاهرة؛ ٢٦-٢٨ فبراير ٢٠٠٠م.

٥ محمـد يونـس الحمـلاوى ؛ تأثير لغة التعليم فى تفوق الطلاب فى المرحلة الإعدادية؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.

٦ تقريـر عـن التنمـية فى العالم ١٩٩٩/٢٠٠٠؛ البنك الدولى للإنشاء والتعمير؛ واشنطن؛ الولايات المتحدة الأمريكية؛ ٢٠٠٠م.

٧ نـادر فـرجانى؛ العلاقـة بيـن التعلـيم والعمـل فى مصر؛ المؤتمر السنوى الرابع للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٠-٢٢ يناير ١٩٩٦م.

8 Human Development Report 2000; United Nations Development Programme (UNDP); New York, U.S.A.; 2000.

٩ محمـد يونـس الحمـلاوى؛ هندسـة الأخـلاق؛ المؤتمـر السنوى الخامس للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٥-٢٧ يناير ١٩٩٧م.

MECHENG1

بسم الله الرحمن الرحيم

اللغة كعنصر فاعل فى توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة

أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملاوى

أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

نبذة:

تعتبر قضية توطين التقنيات أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، وهى قضية تتفاعل فيها عدة عوامل من أهمها التعليم. تناقش الورقة تأثير لغة التعليم على كفاءة العملية التعليمية وتخلص إلى أن الكفاءة مرتبطة بالتعليم باللغة الأم (اللغة العربية) سواء فى التعليم الجامعى أم فى التعليم قبل الجامعى. كما تخلص الورقة إلى أن ناتج العملية التعليمية المتدنى على مستوى التعليم الأساسى يستلزم جهداً مضاعفاً من المهندسين حال تصميم مختلف المنتجات كى تؤدى منظومة الإنتاج عملها بفاعلية. وتشير الورقة إلى أن التعليم بلغة أجنبية ذا مردود سلبى بينما تعليم اللغات الأجنبية ذا مردود إيجابى. وتخلص الورقة كذلك إلى أن تطوير مهنة الهندسة سواء فى حقول الإنتاج أم فى المعاهد والكليات التعليمية يستلزم وجود لغة واحدة لجميع تلك الأطراف التى تتداخل فيما بينها ومع المجتمع الذى يُكَوِّن المدد الدائم للمنتجات التى تستهدفها مهنة الهندسة. لقد بات تفعيل مهنة الهندسة واستمرارها فى الاحتفاظ بريادتها للمناشط المجتمعية من خلال التصاقها بالمجتمع من أساسيات تطوير مهنة الهندسة ذاتها. ومن ثمَّ تدعو الورقة إلى أن تكون لغة الربط بين مختلف مناشط المجتمع هى اللغة العربية.

ملخص السيرة الذاتية

الاسم: أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملاوى

الوظيفة الحالية: أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

المؤهل: دكتوراه فى هندسة الحاسبات من كلية الهندسة، جامعة جنت ببلجيكا نوفمبر ١٩٧٦م

مارس العمل التقنى فى الجهات التالية بالإضافة إلى كلية الهندسة جامعة الأزهر: هيئة المواصلات السلكية واللاسلكية بالقاهرة، كلية الهندسة جامعة عين شمس الكلية الفنية العسكرية، هيئة التوحيد القياسى المصرية، شركة النصر للتليفزيون والإلكترونيات (قطاع عام)، مكتب مصر الاستشارى بالقاهرة (قطاع خاص)، شركة مصر فاترامو للحاسبات والأجهزة الإلكترونية (قطاع الاستثمار)، معمل القياسات والإلكترونيات بجامعة جنت ببلجيكا، شركة وانج أوروبا ببلجيكا، شركة ناشيونال سيميكونداكتور بألمانيا الغربية، الاتحاد الدولى للاتصالات.

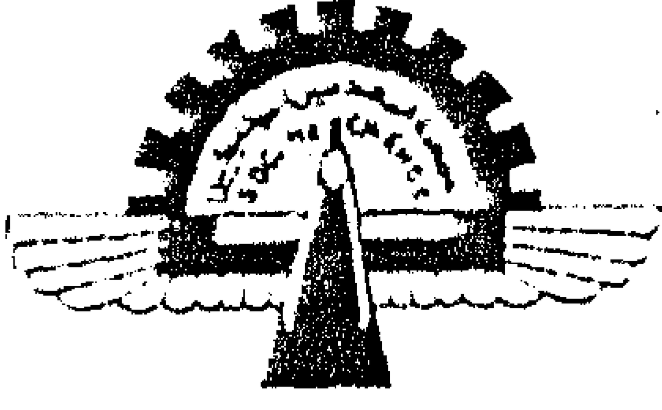
التكريم: منحة دراسية من المجلس البريطانى لدراسة تقنيات التعليم، منحة دراسية من جامعة جنت ببلجيكا لدراسة الماجستير والدكتوراه فى هندسة الحاسبات، الميدالية الذهبية فى التدريب من الجهاز المركزى للتدريب بالقاهرة.

الكتب المؤلفة: ثلاثة كتب تأليف منفرد فى الهندسة الكهربية.

البراءات: خمسة عشر براءة ملكية صناعية.

البحوث المنشورة: أكثر من مائة بحث منشور.

MECHENG1



جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

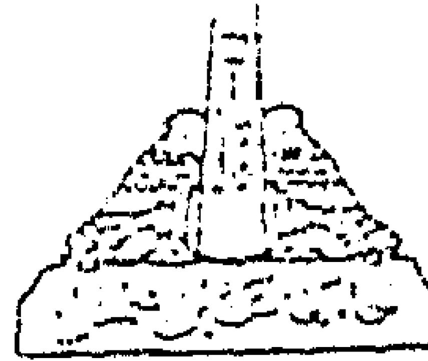
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسةمهنة الهندسة الميكانيكية

4/7

مفاهيم الإدارة النوعية الكلية وأساليب التنفيذ للحصول على المنتج الأمثل والتطبيق الاستراتيجى للمهارات المصرية

دكتور مهندس / عزيز ابراهيم سعيد



CONCEPTS OF TQM AND BENCHMARKING: AN IMPLEMENTATION STRATEGY FOR EGYPTIAN ENTERPRISES

Aziz I. Said, Ph.D.
Professor, Faculty of Engineering
Ain Shams University, Cairo, Egypt

ABSTRACT

Various quality management-based performance measurement (PM) models have been introduced for business in the Arab world. Solving the model is not only a question of "hot to do it" but also "how to make it succeed" in the age of globalization and international competitiveness. The importance of quality management lies in the methodology for implementing new approaches and modern technologies to achieve high competitive standards.

Total Quality Management (TQM) and benchmarking create the platform for development in order to satisfy the customer needs. This socio-economic integration should cover all impacts of structured planning, design, processing and production stage of the system. The most important key factors in the successful implementation of TQM-PM process is the clear understanding of the system and the planning of an effective implementation strategy. Benchmarking represents a modern activity and an inevitable step within the TQM concept to verify its advantages.

This paper reviews the concepts and methodology of PM in a TQM-based PM system. The problems of implementation are highlighted, nine criteria for evaluating measurement systems are defined. The evolution of benchmarking as a powerful concept in the quality movement and its different types are illustrated. Then it investigates the link between benchmarking and PM, some critical areas which determine the effective implementation strategy for TQM-based PM system and causes of its failure are reported. The key factors that make benchmarking to be effective and lead to successful performance are then reflected.

Finally, the paper shows the implementation strategy of benchmarking and TQM-based PM in some enterprises as case studies of Egyptian experience. Arab Contractors "Osman A. Osman and Co.", Xerox, Philips and Bavaria are some example in Egypt where an effective implementation strategy is developed. These case studies have established and documented as quality management system that fulfils the requirements of the international standards ISO 9000.

KEYWORDS

Quality management, TQM, Benchmarking, Competitiveness, TQM-based PM, Quality improvement, Case studies: Arab Contractors, Xerox, Philips, Bavaria-Egypt.

INTRODUCTION

Quality management for improvement of small and medium enterprises is based on competition and business requirements. Expressions such as "Six Sigma", "you only get what you have measured", "Standard", "Benchmark" and many other are increasingly becoming part of everyday business language. It seems that the business community has realised that measurement must become a way of life.

Measurement induces curiosity, interrogation and challenging as well as it ensures understanding strong focus and builds credibility. It means learning the right thing to be effective and to use the best knowledge available. Different models of TQM-based performance measurement have been published in the literature [1, 2]. Measurement is the natural part of analysis, control, evaluation and management process. Surveys, time studies, interviews, and work sampling are examples of data collection techniques for measurement. It is the trigger for improvement that leads to built strengths, growth and prosperity.

The development of quality management is shown in Fig.1, where quality is nothing else than the fulfillment of customer's requirements. Competition in the modern market is increased, and based, moreover on quality. New management tools and methods are developed to help improve competitive performance in delivering products and services to customers [3, 4]. Terms and techniques such as Management By Objectives (MBO), Statistical Process Control (SPC), Quality Assurance (QA), Total Quality Management (TQM), Quality Function Deployment (QFD), Just-in-time (JTT), etc., emerged to fill the question for new competitive tools. The business world of the late 1970's and early 1980's found themselves shifting their focus more and more on quality, then it is developed into the adoption of TQM in the business process of many companies[5]. Early recognition of the significance of the quality management led to the establishment of British Standard BS 5750 (1979) quality systems. The International Standard ISO 9000 quality systems (1987) put into consideration experiences gained in the use of BS 5750. The quality standard is aimed at providing guidelines that would enable organizations to adopt quality practices. It is now becoming necessary practice for organizations to obtain accreditation to these standards, in order to have their contracts renewed or retain their place in the bidders list [6].

Benchmarking is now viewed as inevitable within the TQM concept. The quality movement would inevitably lead to benchmarking as it moved from inspection to control to assurance to management. Benchmarking is a powerful concept that now abandons focus on individual steps to the quality movement but provides a holistic view of the system in which business operates [7]. In other words, the quality revolution has spawned a new approach which seeks to address a whole way in which is organized.

TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

With the challengers of the new global competitive environment, organizations have considered quality from an independent support function to an integral part of strategic business plans [8]. Then a new management philosophy – Total Quality Management (TQM) is developed. British Standard BS 7850 (1992) defines TQM as a management philosophy and company practices that aim to harness the human and material resources of an organization in the most effective way to achieve its objective. This objective can only be achieved through management involvement at all levels, continuous improvement of products, services and processes, education and training of employees and their participation in problem solving. TQM is often termed as a journey rather than a destination, because of the continuous improvement process of the enterprise. Examples of the critical elements of TQM initiatives are customer focus, employee involvement, continuous improvement and innovative leadership. The quality management services concentrate on objectives, strategies, capabilities and deployment mechanics. Figure 2 shows the TQM circle where Supplier Quality Management (SQM) focuses on the continuous improvement of products and services purchased from outside, by establishing long-term, mutually beneficial relationships with a few quality suppliers of principal commodities.

Performance Measurement (PM) is defined as the systematic assignment of the numbers to entities. In a quality context, PM has to be equated with improvement [8]. In order to succeed with quality, organizations have to build a continually improving quality assurance system to meet customer requirements, cost management system to provide the product at a favorable price to the customer, with reasonable profits, and to deliver products on time.

TQM-based PM is primarily a tool for carrying out continuous improvements with quality as the ultimate objective; a focus on the process, on people productivity, and on best practice (benchmarking). Essentially PM in the context of TQM is about recording human activity and providing the stimulus for action with the view of doing better all the time. Success in implementing TQM-based PM is determined by organizations and human factors

to reach competitiveness. The quality of a measurement system can be evaluated using the following criteria [9] :

1. Validity of real measurement.
2. Accuracy and precision.
3. Completeness or collective exhaustiveness.
4. Uniqueness or mutual exclusiveness.
5. Reliability.
6. Comprehensibility.
7. Quantitiability.
8. Controllability.
9. Cost effectiveness.

The basics for PM then summarized to:

(1) identifying which measures to include;

(2) testing the measures against the nine criteria just mentioned;

(3) operationalizing the specific measures of output and

(4) evaluating the resulting ratios and/or indexes against the criteria.

An effective implementation strategy for TQM – based PM system depends on the following critical areas:

a- insisting on people involvement;

b- having a customer focus;

c- clear understanding of the PM process:

d- checking of existing PM methods;

e- planning for the implementation of PM;

f- establishing review mechanism for PM

When planning to introduce TQM-based PM system, it becomes necessary to identify what is in place in terms of measurement techniques, to assess their effectiveness, their link with strategic objectives and the role of people in it. Table (1) is an example of checklist for the auditing of a PM system.

Table 1 Auditing of Performance Measurement

Code	Questions	Yes	No
1	Is there a performance measurement in existance?		
2	Has it been effectively communicated throughout the company		
3	Is the system systematic?		
4	Is the system efficient ?		
5	Is it well understood and applied ?		
6	Is the measurement system linked to mission statement?		
7	Is there regular review and update?		
8	Is action being taken for improving performance?		
9	Are people who own processes involved in measuring their own performance ?		
10	Have employees been properly trained in conducting measurement ?		

BENCHMARKING

Benchmarking is a modern activity and it can be defined as a continuous process for the search of best industry practices that will lead to superior performance [10]. It is a continuous implementation of change, and on going questioning about methods of work, process management and on going questioning about methods of work, process management and control and the application of knowledge and creativity.

Measured performance is vital since continuous learning can only be achieved and sustained by instilling continuous curiosity. It is a way of moving forward and achieving high competitive standards, of focusing on latest developments, best practice and model examples incorporated within various operations of business organizations. Cost reduction could be an outcome of investigating the way processes are run and managed while benchmarking is a way of rationalizing processes through simplifying and identifying opportunities for improving them.

There are essentially four types of benchmarking, internal, competitive, functional and generic. They are all suggesting an evolutionary process where one builds on the other. There are two different approaches adopted in most industrial enterprises: cost-driven benchmarking. It is noticed that process-driven benchmarking attempts to understand the process for continuous improvement (i.e. plan-do-check-act), which leads to more benefits, often resulting in great cost-reduction and superior performance through a strengthening of their processes and business behavior.

TQM & BENCHMARKING AND COMPETITIVENESS

On one hand, TQM is applied through the performance of teams but involving employees in all aspects of organizational operations; tools and techniques are also used. The cross-functional approach is applied to investigate problems, identify solutions and implement them in work practices, by measuring the outcome and analysing the process time to build srength consistency and high levels of competitiveness. Benchmarking, on the other hand seeks to establish organizational objectives which are based on full understanding of customer wants, process capability and industry best practices. The objectives developed are then communicated company-wide to all employees to achieve the high levels of performance, then it is linked to TQM or the teams who work in a cross-functional manner to solve problems and achieve goals set by the manager. TQM is the wheel of improvement internally, value-adding activity for the end customer, while benchmarking is the external activity for identifying opportunities and ensuring that the wheel of improvement is turning in the right

direction towards the end destination, i.e. achieving high standards of competitiveness. The integration and total compatibility between TQM and benchmarking determines the key elements of competitiveness, which include the voice of customer through establishing current, future demands and the organizational capability to deliver customer wants. TQM companies are benchmarking their performance, process and products against the "best-in-class" for a particular function or activity. Benchmarking can be viewed as an accelerator in the TQM journey and as a widened scope of competitive analysis to the underlying operative content and the leadership skills [11].

The best way to describe the link between PM and benchmarking is that the former establishes the objectives based on a thorough understanding of the customer, the voice of the process and on current objectives best practices. PM is a mechanism which ensures that the objectives can be achieved for customer satisfaction, and of quality service and cost effectiveness. PM and benchmarking are two essential improvements for ensuring that TQM implementation will establish a culture of continuous improvement through team work using tools and systems. However, the result of TQM is measuring performance in terms of quality, cost, delivery, etc. These standards can only become competitive through the practice of benchmarking.

The following areas have to be addressed if an integrated, effective approach of measurement and benchmarking is to be achieved:

1. Establishing understanding of internal and external customer requirements.
2. Creating process for monitoring customer satisfaction levels.
3. Measuring what is important to customer, i.e. quality, cost, time, innovation.
4. Establishing process capability and maintaining the standards achieved.
5. Being aware of competitors moves and always being able to influence market behavior.
6. Creating a continuous learning organization through new knowledge and creativity.
7. Looking towards some and objectives such as :
   - achieving customer loyality
   - customer retention
   - employee satisfaction and retention
   - increased sales and market share
   - improved profitability.

The effectiveness of benchmarking which leads to successful performance may reflect the following critical factors:

(1) Raising competitive standards.

(2) Inspirations from best-in-class companies.

(3) Overall impact customer satisfaction.

(4) Opportunity to create the learning organization.

(5) Enhancing knowledge pool.

(6) Bringing in state-of-art practices.

(7) Keeping the organization externally focused.

(8) Extending employees creative contributions.

PRACTICAL EXAMPLES OF EGYPTIAN ENTERPRISES

This section indicates the application of quality management in many Egyptian enterprises, which has been started in the 1990's for different industries. in fact, a lot of companies set up quality systems based on models given by ISO 9000 standard concerning control, measuring and testing equipment so as to prove the conformity of the product to the specified requirements. There is a great need of Arab countries to increase the rate of the ISO 9000 compliance by large companies as well as small and medium sized enterprises in order to compete internationally [12].

The experience of Xerox's company "Egypt" in the implementation of its TQM strategy-Leadership through quality - and its services and support in indicated in Fig.3. It is established in late '92 in response to market recognition of Xerox's proven capability in many countries of the world. Its quality services added value based experience in a way that can deliver results and save implementation time and money. Figure 4 indicates how a policy deployment can vital actions and integrate the key process elements. Xerox's management for customer satisfaction is shown in Fig. 5 to achieve a continuous improvement process in the global documents market. It is the largest and one of the most productive and profitable companies that has won many quality and prestigious awards.

Another example is the implementation of internal bench marking in the "Arab contractors, Osman A. Osman and Co.". This company is one of the largest contracting companies in the Middle East, and its share is about half the contracting market in Egypt [13]. The implementation has been performed within the company by comparing the performance of different branches. The performance measurement (PM) is based on many measures upon a commutative basis and a weighting system that reflect the strategic views of senior management. The implementation and results obtained are considered successful as a first step of internal benchmarking to move towards the second step of external competitive benchmarking as shown by the sample of Fig. 6.

Other case studies as Bavaria, Philips "Egypt" give good examples of quality management to meet the requirements and expectations of customers. It is noted from these examples that manpower development through continuous training plays an important role in

supporting the quality management and performance required. The decision on which standard to choose is dependent on the terms involved in the product or operations design need to acquire ISO 9001 or ISO 9003 certification. Table 2 depicts the quality system issues addressed by each of the three ISO standards, ISO 9001, 9002 and ISO 9003.

CONCLUSION AND REMARKS

The concepts and methodology of TQM – based PM and benchmarking are investigated using the impact assessment policy. The results for improving quality management and problems of implementation in many enterprises are highlighted. Nine criteria to evaluate the quality of measurement systems for effective benchmarking and the critical factors are reported. An effective implementation strategy for TQM – based PM system is developed. It is seen that benchmarking and PM are two essential improvements for ensuring the success of TQM implementation. The benefits of a continuous quality management process by introducing and implementing the necessary changes for improvement are also illustrated. Examples of the implementation strategy for some Egyptian enterprises as "Arab Contractors, Osman A. Osman and Co.", Xerox's company "Egypt", Bavaria, and Philips "Egypt" are given. Concluding remarks and some rules to be applied for the success of competitiveness are here proposed.

(1) The improvement process is continuous and never ends, therefore no destination is ever reached.

(2) Quality is nothing else than the fulfillment of customer's requirements.

(3) TQM is a management philosophy which assures maximum effectiveness and efficiency within the organization by putting in place processes and systems in order to satisfy customer's needs.

(4) Benchmarking is a powerful tool for performance improvement, for challenging existing cultures and best practices which is inevitable for competitiveness.

(5) Benchmarking ensures that organizations focus on the customer ,business, process and encourage them to innovate as well as to use new and continuous learning.

(6) TQM is the wheel of improvement internally, value adding activity for the end customer, while benchmarking is the external activity for identifying opportunities and ensuring the direction for competitiveness.

(7) There is a total compatibility between TQM and benchmarking which determines the key elements of competitiveness.

(8) Remember, "you can't control what you can't measure", so, companies have to apply cost-effective best management practices and to expand scientific knowledge for all employees.

(9) The evaluation and selection of a certifying and registered agent is very important as well as a cooperate audit team to supervise and oversea different activities who can act as a quality management organization.

(10) ISO 9000 specifically requires the establishment of a corrective action process, ISO-CG must establish a tracing system to follow the correction process in a timely manner.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is greatly indepted to The Mechanical Engineers Society, Cairo, Egypt for kind invitation. The author would like to thank The Dean, Vice-Dean and Head of Electrical Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University for encouragement and useful suggestions. He would like also to thank his collegues from the Society of Management Engineering and The Organization of Industrialization for valuable discussions and documentation as well as Xerox, Arab Contractors "Osman A. Osman and Co.", Bavaria and Philips, Egypt.

REFERENCES

[1] **Dan Ciampa**, (1992, "Total Quality", Addison – Wesley Publishing Co.

[2] **B. Brocka, M.S. Brocka** , (1992) "Quality Management", Richard D. Irwin, Inc.

[3] **O.A. Garuin**, (1988), "Managing Quality : the strategic competitive edge", The Free Press Macmillan, New York.

[4] **James H. Harrington**, (1991), Business process improvement : The break through strategy for total quality, productivity and competitiveness, McGraw – Hill, New York,

[5] **Aziz I. Said**, (1996), "A Novel Efficient Engineering Management of Business Plans for the 21st Century : Quality & Steps and Uses", Proc. 5th Int. Symposium, Engineering Management for the 21st Century, Egyptian Society of Engineers, Management Issues, Vol. 2, Cairo, Egypt.

[6] **S.A. El-Sayed**, (1992), "Quality Guide : The Application of the International Standards ISO 9000", Ministry of Industry , Egypt.

[7] **Michael J. Spendolini,** "The benchmarking book", American Management Association, New York.

[8] **R.D. Moen, et al**, (1991), "Improved Quality the Planned Experimentation", McGraw-Hill, Inc.

[9] **Aziz I. Said**, (1994), "On Quality Assurance in Small and Medium Scale Industries with a View to Egyptian Experience", Proc. Of the ASST, Damascus, Syria.

[10] **J. Gerald Balm**, (1992), "Benchmarking : A practitioner guide for becoming and staying best of best, Quality & Productivity Management Association, Schaumburg.

[11] **L.R. Guinta, N.C.. Praizler**, (1993), "The QFD Book", American Management Association.

[12] **J.L. Lamprech**, (1993), "ISO 9000, Preparing for Registration," ASQC Quality Press, Marcel Dekker, Inc.

[13] **The Arab Contractors**, (1992 / 1993), "Annual Report", Egypt.

Table 2

Quality System Elements Addressed by ISO 9001, 9002, and 9003

Quality Assurance Issue	ISO 9001	ISO 9002	ISO 9003
Management Responsibility	✓	✓	✓
Quality System Principles	✓	✓	✓
Contract Review	✓	✓	
Design Control	✓		
Document Control	✓	✓	✓
Purchasing	✓	✓	
Purchaser Supplier Product	✓	✓	
Product Identification and Traceability	✓	✓	✓
Control of Production	✓	✓	
Inspection and Testing	✓	✓	✓
Inspection, Measuring, and Test Equipment	✓	✓	✓
Inspection and Test Status	✓	✓	✓
Control of Nonconforming Product	✓	✓	✓
Corrective Action	✓	✓	
Handling, Storage, Packaging and Delivery	✓	✓	✓
Quality Records	✓	✓	✓
Internal Audits	✓	✓	
Training	✓	✓	✓
After-Sales Servicing	✓		
Statistical Techniques	✓	✓	✓

Source: *ISO 9000 Preparing for Registration* (James L. Lamprecht)

Fig. 1

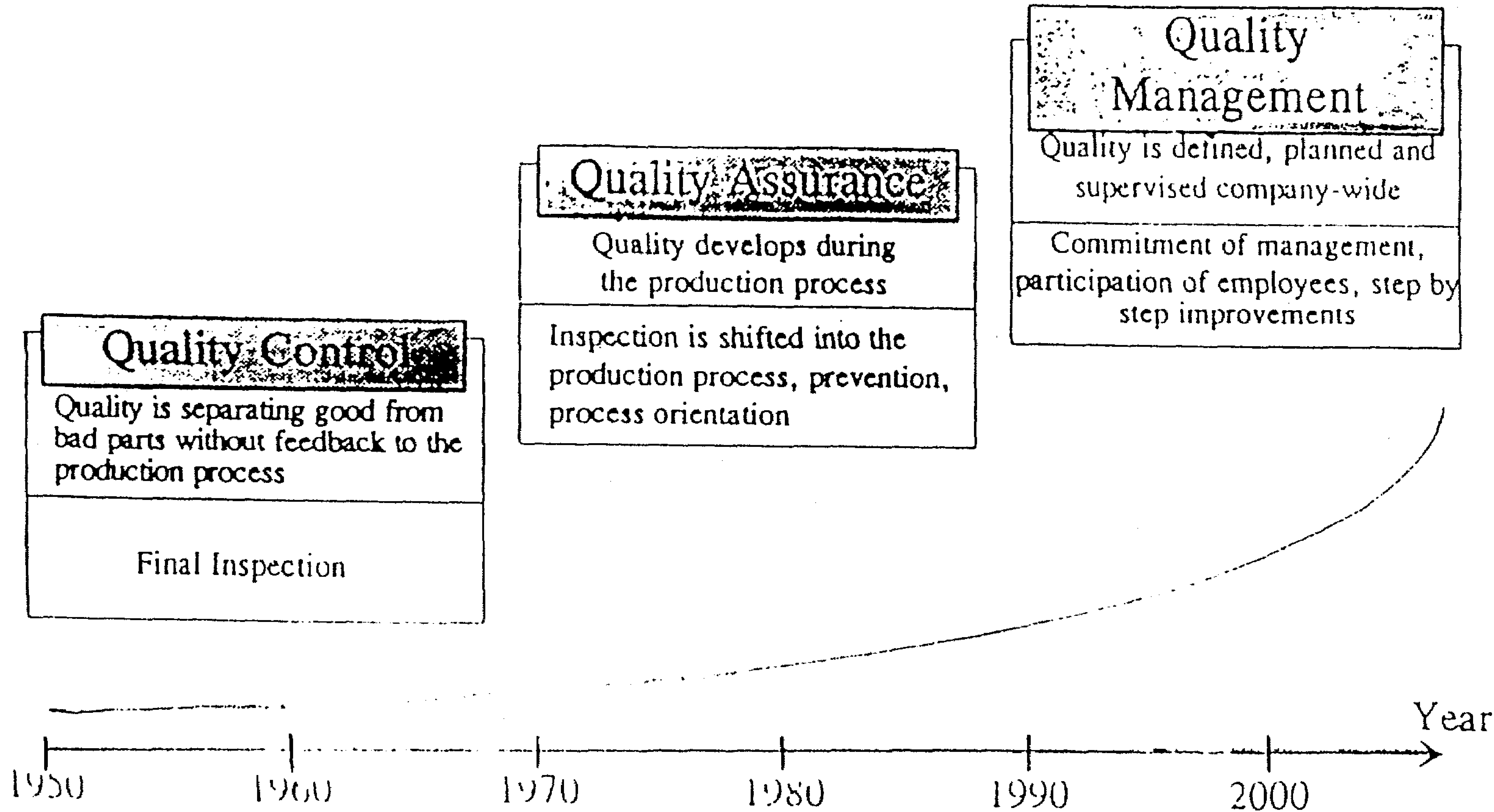

The Development of Quality Management
Quality Control
Quality is separating good from bad parts without feedback to the production process
Final Inspection
Quality Assurance
Quality develops during the production process
Inspection is shifted into the production process, prevention, process orientation
Quality Management
Quality is defined, planned and supervised company-wide
Commitment of management, participation of employees, step by step improvements
Year
1950
1960
1970
1980
1990
2000

Fig. 2 # The TQM Circle

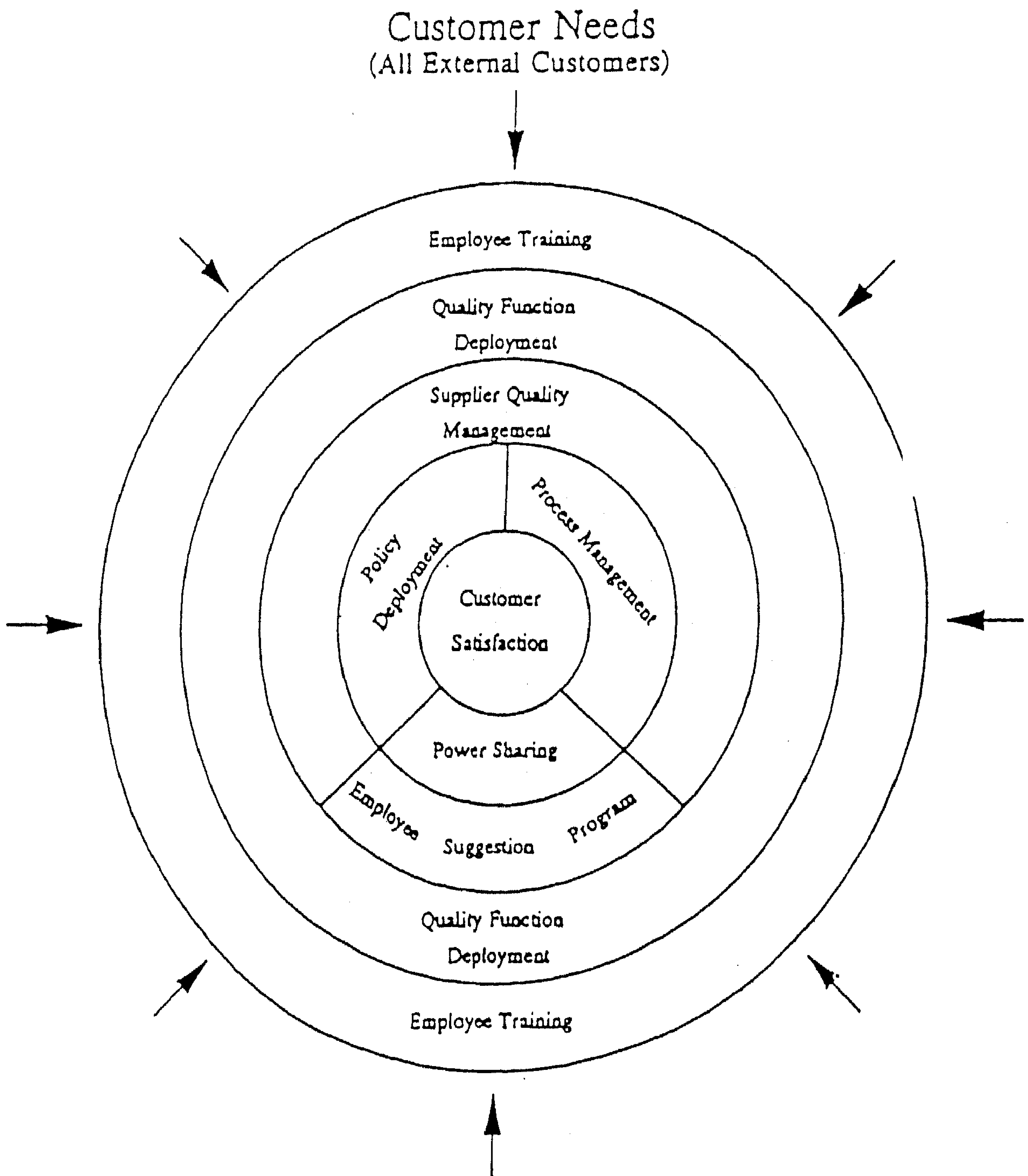
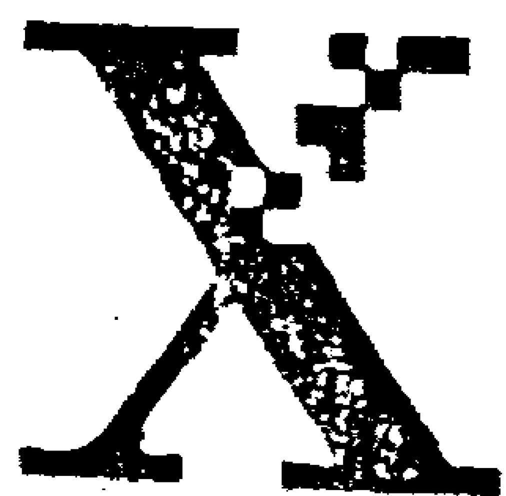


Fig. 3



Quality Improvement Process

Fig. 4

POLICY DEPLOYMENT

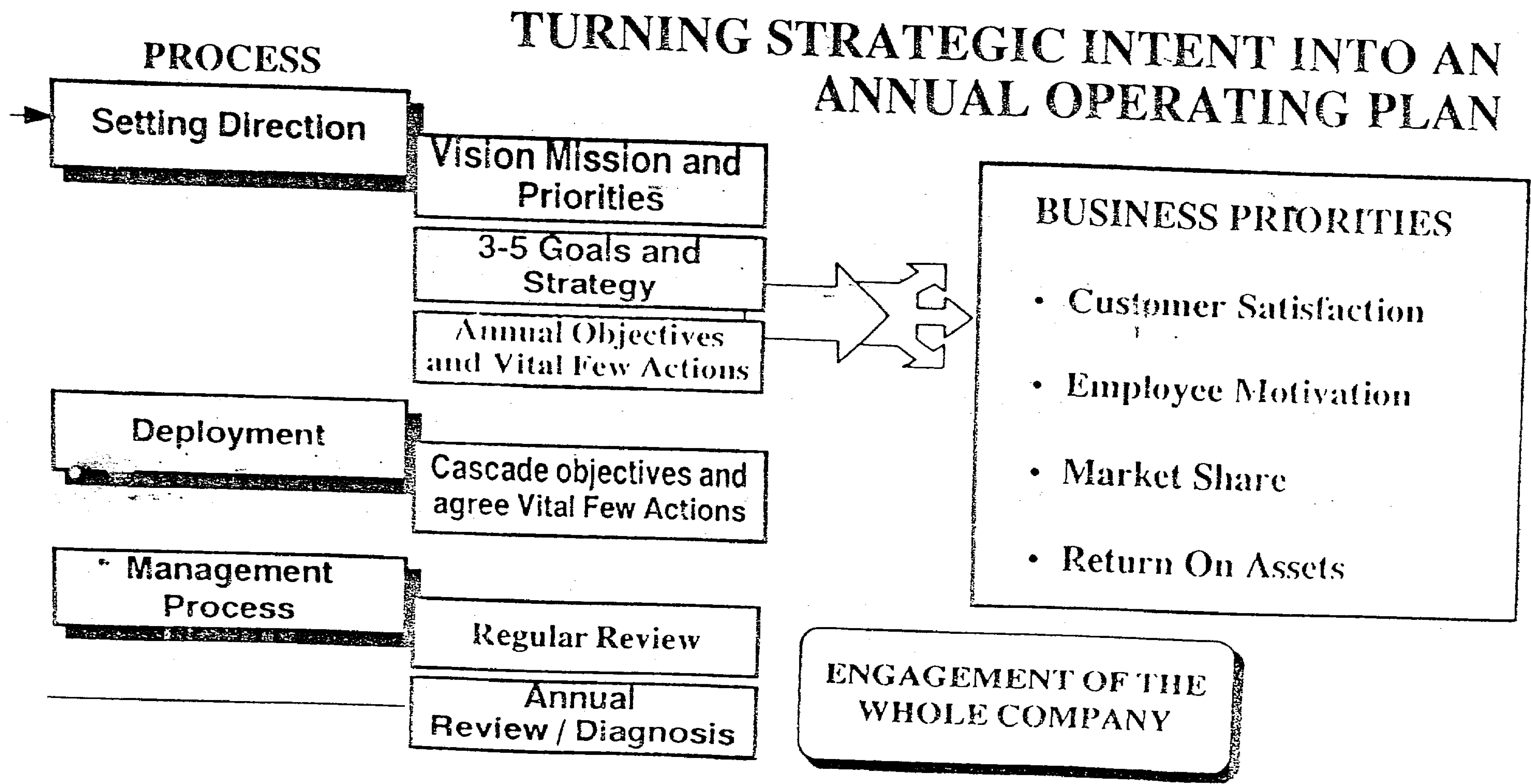
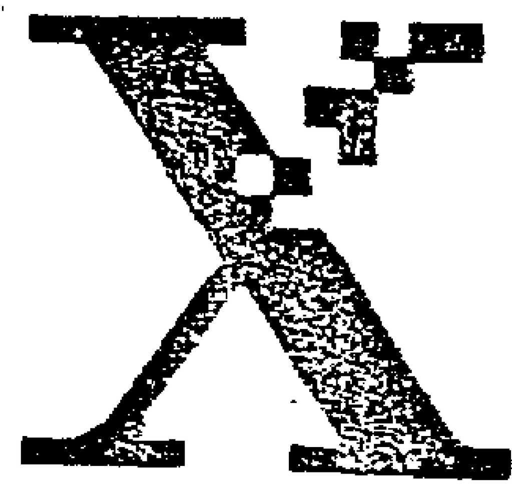


Fig. 5



Management of Customer Satisfaction

Fig. 6

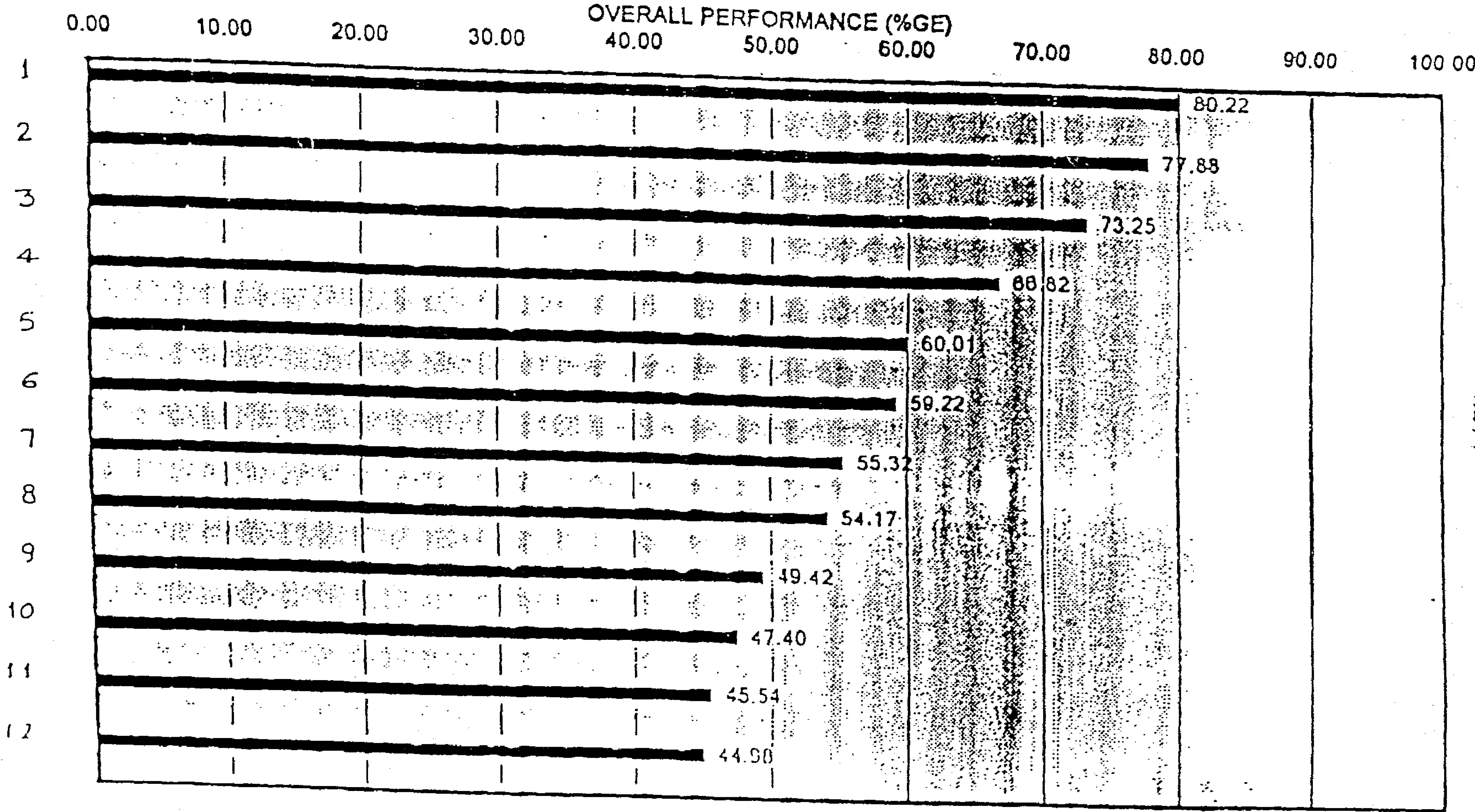
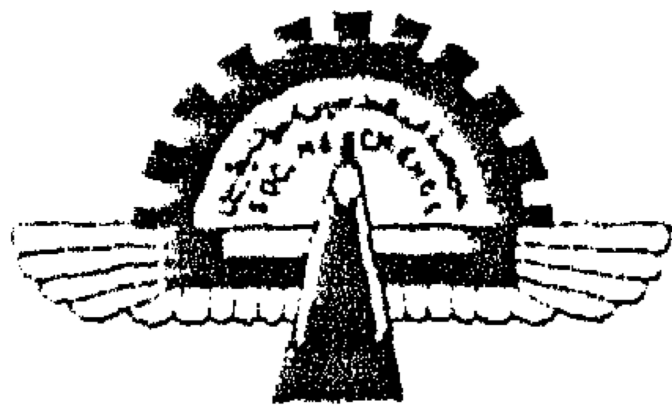


FIG. 6A sample of internal benchmarking results

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

1/8

التحليل الأول والثانى للدورة المركبة لمحطة كهرباء طلخا

م/ وليد فكرى المرسى

A COMPUTER CODE FOR ANALYSIS OF COMBINED CYCLE POWER PLANTS

BY

*FAHMY, W.F., **EL KADY, M. S., **ABDEL SALAM H. M., and **MAHGOUB M.M.
*Delta Electric Company, Production Sector, Ministry of Electricity
**Mechanical Power Engineering Department
Mansoura University, El Mansoura, Egypt
Email:elkady@mum.mans.eun.eg

Abstract:

In the present work, a computer program code is constructed for the thermodynamic analysis of the most used combined cycle power plants in the world and can be extended for any new type of combined power plants. The computer code covers the range of combined cycle with no supplementary firing (NSF), with supplementary firing (WSF), and the supercharged Heat Recovery Steam Generator (HRSG). The computer code covers also the range of HRSG which has double pressure and triple pressure stages, with and without reheat, natural and forced water circulation, and the range of single pressure level and double pressure level steam turbines. It can be used also to optimize the operating conditions of any component of the combined cycle power plant. In addition the program can be used in the thermodynamic design of any new combined cycle power plant. The program gives a complete analysis for the combined power plant at the base load and part loads. From the common available running measured data of the combined plant and for any kind of fuel, a complete thermodynamic analysis for the first and second law efficiency, exergy expanded and losses, air to fuel ratio, excess air for the whole plant, can be obtained. As well as the first and second law efficiency, exergy losses for each component of the gas and steam cycle systems. To show the validity of the computer program code a comparison for the results of the computer program for the Dammietta combined cycle power plant is carried out with the results of Shalaby et al (1999).

NOMENCLATURE

AD.C.C.	Additional combustion chamber
C.C	Combustion chamber
C.P.	Circulating pump
CV	Calorific value, kJ/kg
Comp	Compressor
DP	Double pressure
E	Exergy flow, kW
EC	Economizer
FC	Forced circulation
LSU	Low pressure superheater
LP	Low pressure
LEC	Low pressure economizer
$\dot{m}$	Mass flow rate, kg/s
NSF	No supplementary firing
NC	Natural circulation
P	Gage pressure, kPa
PRE	Preheater
Q	Heat flow rate, kW

FWP Feed water pump
G Gibbs function, kJ/kg
G.T. Gas turbine
GTU Gas turbine unit
h Specific enthalpy, kJ/kg
H Enthalpy, kW
H.C.P High pressure circulating pump
HEV High pressure evaporator
HP High pressure
HSU High pressure super heater
HRSG Heat recovery steam generator
I Irreversibility, kW
L.C.P Low pressure circulating pump
LEV Low pressure evaporator
Q_k Heat transfer through the boundary, kW
RH Reheater
S Entropy, kW/K
s Specific entropy, kJ/kg.K
SU Superheater
T Temperature, K
T_k Temperature of the heat transfer surface, K
TP Triple pressure
V Velocity, m/s
WSF With supplementary firing
WR With reheat
W Work, kW
η Efficiency, %
ψ Flow availability for an open system, kJ/kg

<u>Subscripts</u>

a Air, actual, mol no. of carbon
b Mole number of hydrogen in fuel
ch Chemical
e Exit
f Fuel
g *Gasses*
gen Generated
i Inlet
I 1st law of thermodynamics
II 2nd law of thermodynamics
Is Isentropic
L Loss
o Reference condition
P Products
R Reactants
Rev Reversible
Ru Reversible useful
U Useful

<u>Superscripts</u>

o *Rate*

1. INTRODUCTION

Some software computer program codes have been developed for the analysis of steam power system all based upon Rankine cycle with various additional components such as feed water heaters and reheat stages. Somerton (1987) presented a software package for analysis of steam power systems using the first and second law principles. This software considered twenty-eight configurations. The package is demonstrated by two examples. In the first, the optimum operating conditions for a simple reheat cycle are determined. The second example involves the exergetic efficiency of actual steam power plants. Perz (1991) using the first law analysis presented flexible computer package for the thermodynamics steam power cycle calculations. By this package the user can analyze any model and cycle scheme by selecting components from a library and connecting them in an appropriate way. By this way the package can be used to study any conventional and advanced power cycles. The package was not intended to use program for the analysis of the part-load behavior. Akiba et. al. (1993) created three computer programs to calculate the thermodynamic properties of the working fluids and to evaluate the performance of the Brayton-Rankine cycles. Caracasi and Facchini (1996) described a computerized method of calculating operating data in combined power cycle. The flexibility of the computerized method is not restricted by any defined cycle scheme. Akiba and Thani (1996) studied the performance of a new combination of supercharged

boiler gas turbine cycle, which is expected to reduce the cooling air in the combustor and heat recovery cycle. The computer program was used to evaluate the analysis of heat recovery boiler. The calculation of the program was expressed in 12 subroutines. The results of this program are inlet and outlet temperature of each part, mass and heat transferred energy at high-pressure and low-pressure sides. Agazzani and Massardo (1997) presented a simulator tool for the thermoeconomic analysis of thermal energy systems. The approach looks at a generic process and analyzed it, not as a whole system, but as an assembly of several elemental components interconnected in various ways. The tool presented aimed the thermodynamic and exergy analysis, thermoeconomic analysis and optimization.

2. FIRST AND SECOND LAW ANALYSIS OF CYCLE COMPONENTS

Principal relationships used in this computer code are outlined as follows:

Exergy loss (irreversibility) $I = W_{ru} - W_u = T_o \cdot S_{gen}$

Where: W_{ru} is the reversible useful work,

W_u is the useful work

T_o is the ambient temperature,

S_{gen} is the entropy generated within the system boundary;

$$S_{gen} = \sum_{out} ms - \sum_{in} ms - \sum_{out} \frac{Q_k}{T_k}$$

s is the specific entropy,

m is the mass flow rate,

Q_k is the heat transfer through the boundary, and

T_k is the boundary temperature

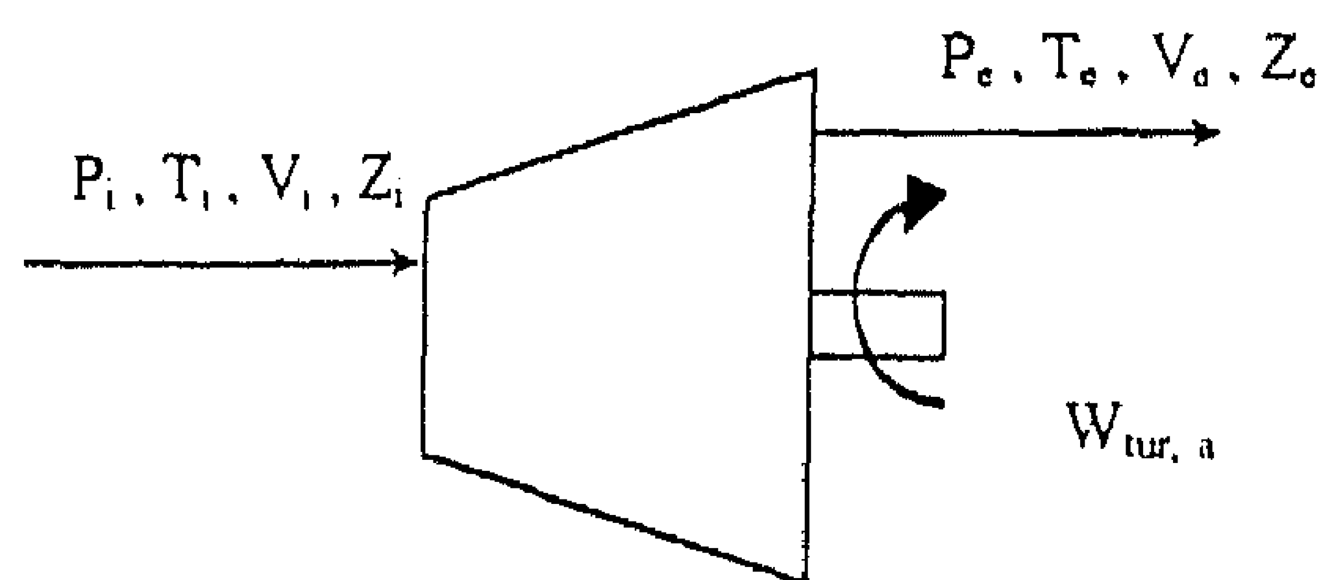
The first law efficiency (based on the concept of energy) and the second law efficiency (based on the concept of exergy) are defined as follows.

η_I = Energy output/ energy input

η_{II} = Exergy gained / exergy available

2.1 Turbine

a) First law analysis



From the energy equation and with neglecting kinetic energy, potential energy and heat losses, the turbine actual work and isentrobic efficiency will be:

$$W_a = m_g (h_i - h_e) \qquad (1)$$

$$\eta_{is} = W_a / W_{is} \qquad (2)$$

Where: m_g, h_i, h_e, W_a and W_{is} are the gases flow rate, inlet specific enthalpy exit specific enthalpy, turbine actual work and the turbine isentropic work respectively.

b) Second law analysis:

Based on the exergy analysis the reversible work, irreversibility and second low efficiency be given as:

$$W_{rev} = \psi_i - \psi_e = m_g [(h_i - h_e) - T_o (s_i - s_e)] \quad (3)$$

$$I = m_g [T_o (S_e - S_i)] \quad (4)$$

$$\eta_{II} = W_a / W_{rev} \quad (5)$$

Where: S_e and S_i is the exit specific entropy and inlet specific entropy respectively.

2.2 Compressor

a) First law analysis

From the energy equation and with neglecting kinetic energy, potential energy and heat losses, the compressor actual work will be:

$$W_a = m_a (h_e - h_i) \quad (6)$$

Where: m_a, h_i and h_e are the air flow rate, inlet specific enthalpy and exit specific enthalpy respectively.

$$\eta_{is} = W_{is} / W_a \quad (7)$$

Where: W_{is} is the compressor isentropic work.

b) Second law analysis

Based on the exergy analysis the reversible work, irreversibility and second low efficiency can be given as:

$$W_{rev} = \psi_e - \psi_i = m_a [(h_e - h_i) - T_o (s_e - s_i)] \quad (8)$$

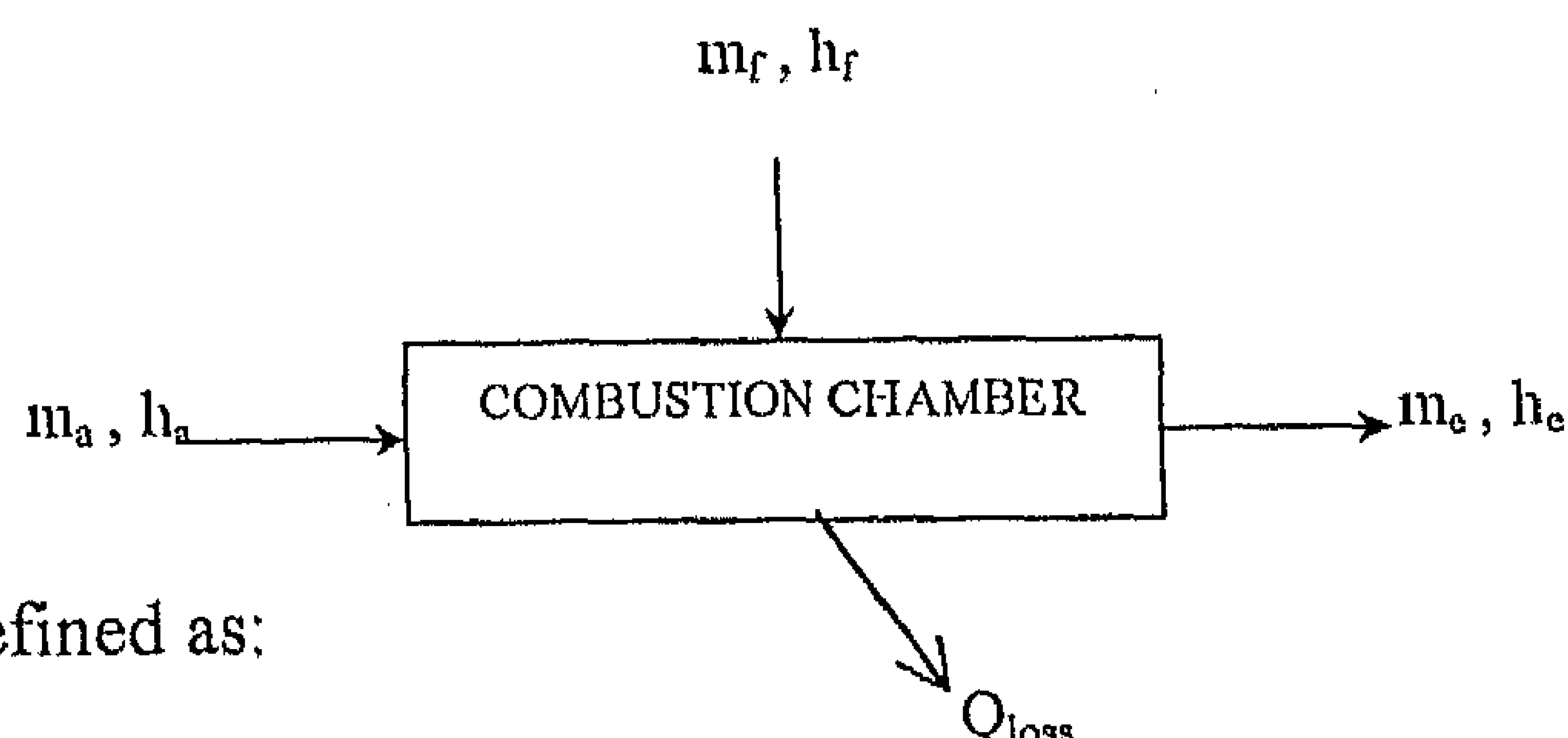
$$I = m_a [T_o (S_e - S_i)] \quad (9)$$

$$\therefore \eta_{II} = W_{rev} / W_a \quad (10)$$

Where S_e and S_i are the exit specific entropy and inlet specific entropy.

2.3 Combustion chamber:

a) First law analysis



The first law efficiency can be defined as:

$$\eta_I = \frac{\text{Heat gained}}{\text{Heat added}} \quad (11)$$

$$\text{Heat added} = Q_i = m_f \times C.V \quad (12)$$

$$\text{Heat gained} = Q_i - Q_l \quad (13)$$

$$Q_l = H_p - H_r \quad (14)$$

Where: m_f, C.V, H_r and H_p are the fuel flow rate, calorific value, enthalpy of reactant and enthalpy of product respectively

b) Second law analysis

$$\eta_{II} = \frac{\text{exergy gained}}{\text{fuel chemical exergy}} \quad (15)$$

where: Exergy gained = fuel Chemical exergy - exergy loss

For fuel $C_a H_b$, the fuel chemical exergy

$$E_{ch} = [(G_p - G_r) + \overline{R}T_o Ln \frac{Y_{O_2}^{a+b/4}}{Y_{CO_2}^{a} Y_{H_2O}^{b/2}}](m_f / M_f) \quad (16)$$

Where Y and M_f are the molar fraction and fuel molecular weight respectively.

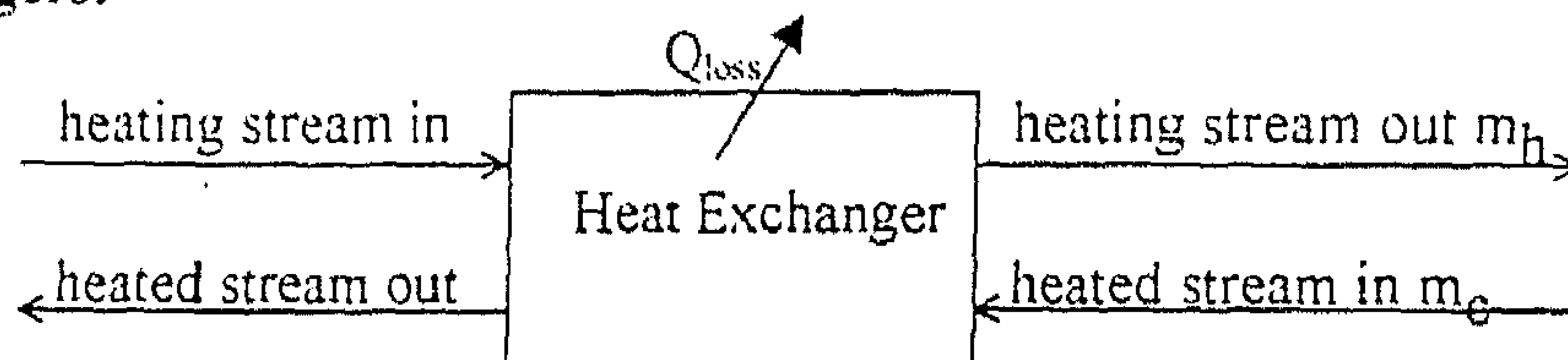
Exergy loss for the combustion chamber can be calculated as follows:

$$\text{Exergy loss} = I = T_o S_{gen} \quad (17)$$

$$S_{gen} = S_p - S_r \quad (18)$$

Where: S_r, S_p are the entropy of the reactant and the entropy of the product respectively.

2.4 Heat exchangers:-



a) First law analysis

Applying the energy equation with neglecting the kinetic energy and potential energy and with no work, the 1st law of thermodynamic

$$\sum m_i h_i = \sum m_e h_e + Q_{loss}$$

b) Second law analysis

$$\eta_{II} = \frac{\text{exergy gained by the heated stream}}{\text{exergy suplied by the heating stream}}$$

$$= \frac{m_c (\psi_{out} - \psi_{in})_c}{m_h (\psi_{in} - \psi_{out})_h}$$

3. COMPUTER CODE

3.1 Types of Combined Cycle Power Plants

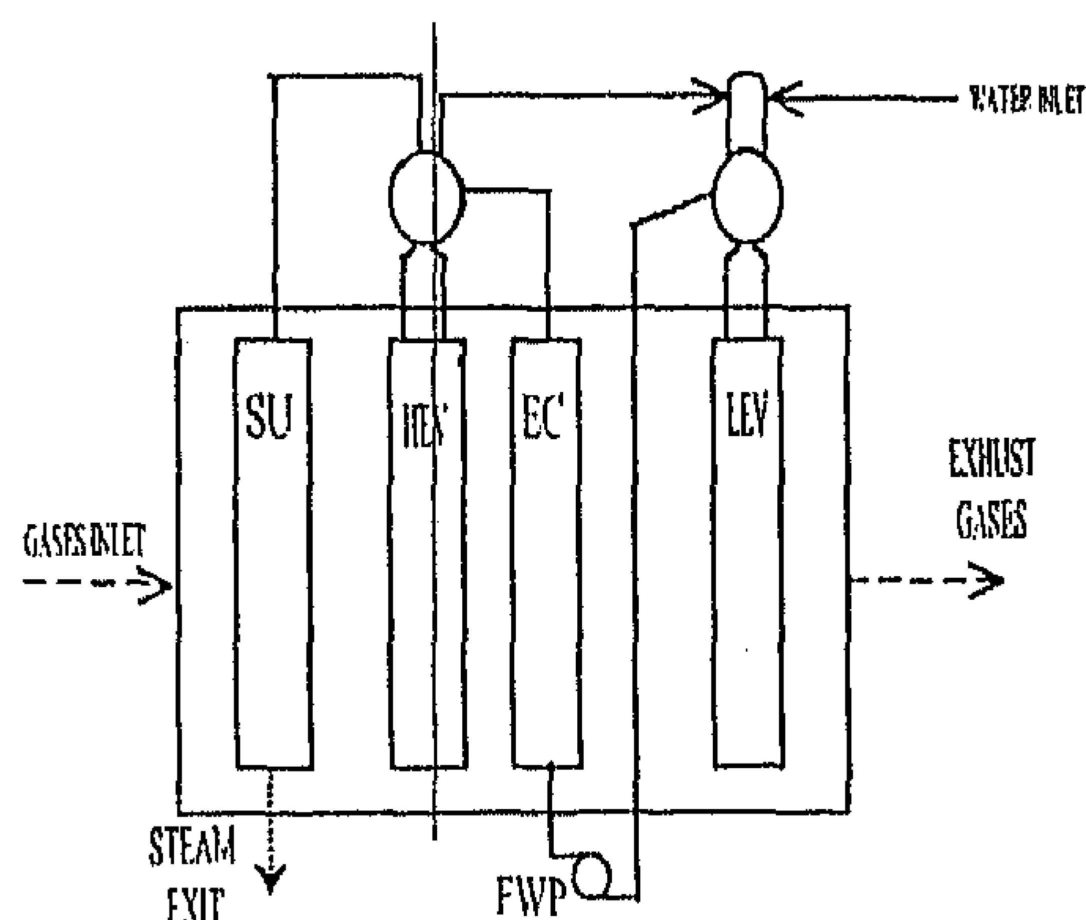
The combined cycle power plant consists mainly of Simple gas turbine cycle, (which consists of air compressor, combustion chamber, and gas turbine) and Rankine cycle, (which consists mainly of heat recovery steam generator (HRSG), steam turbine, condenser, and condensate pumps).

The HRSG can be classified according to the following items as shown in Fig.1.

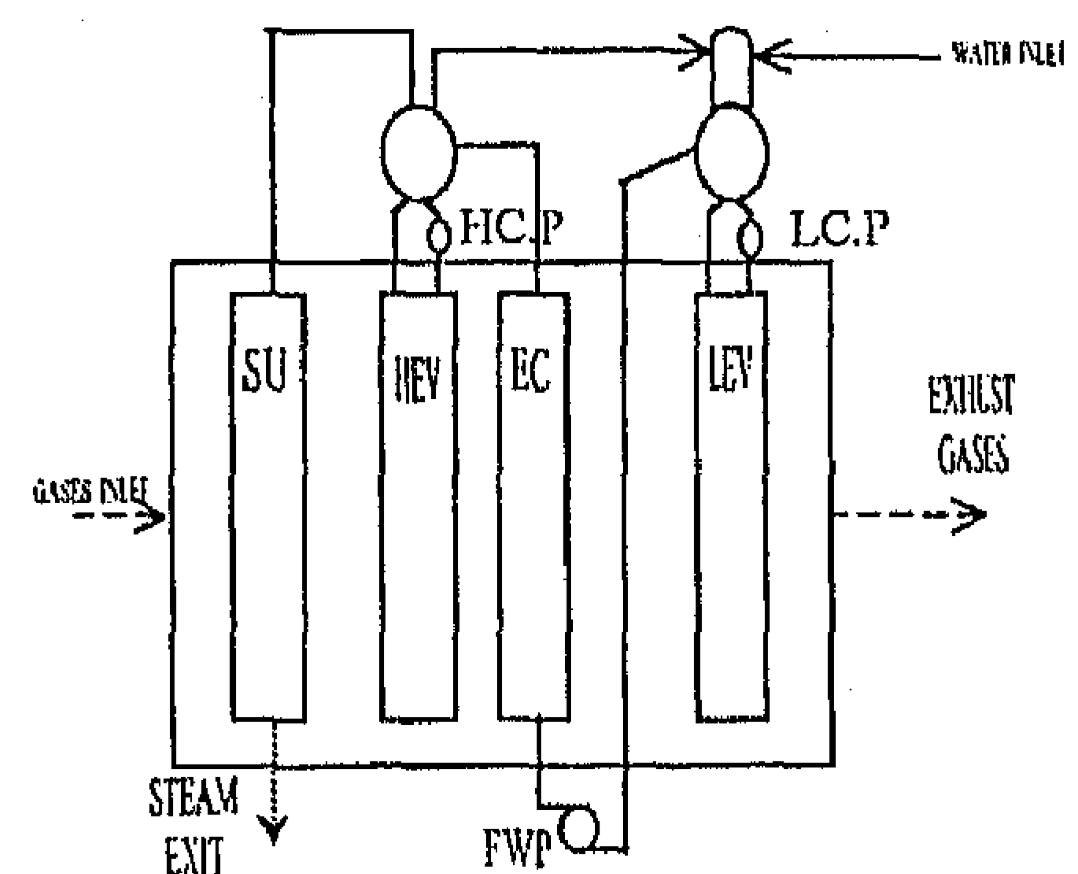
1- Pressure stage	1- Double pressure.
	2- Triple pressure.
2- Reheat	1- Without reheat.
	2- With reheat.
3- Water circulation	1- Natural circulation.
	2- Forced circulation.

The steam turbine can be classified according to:

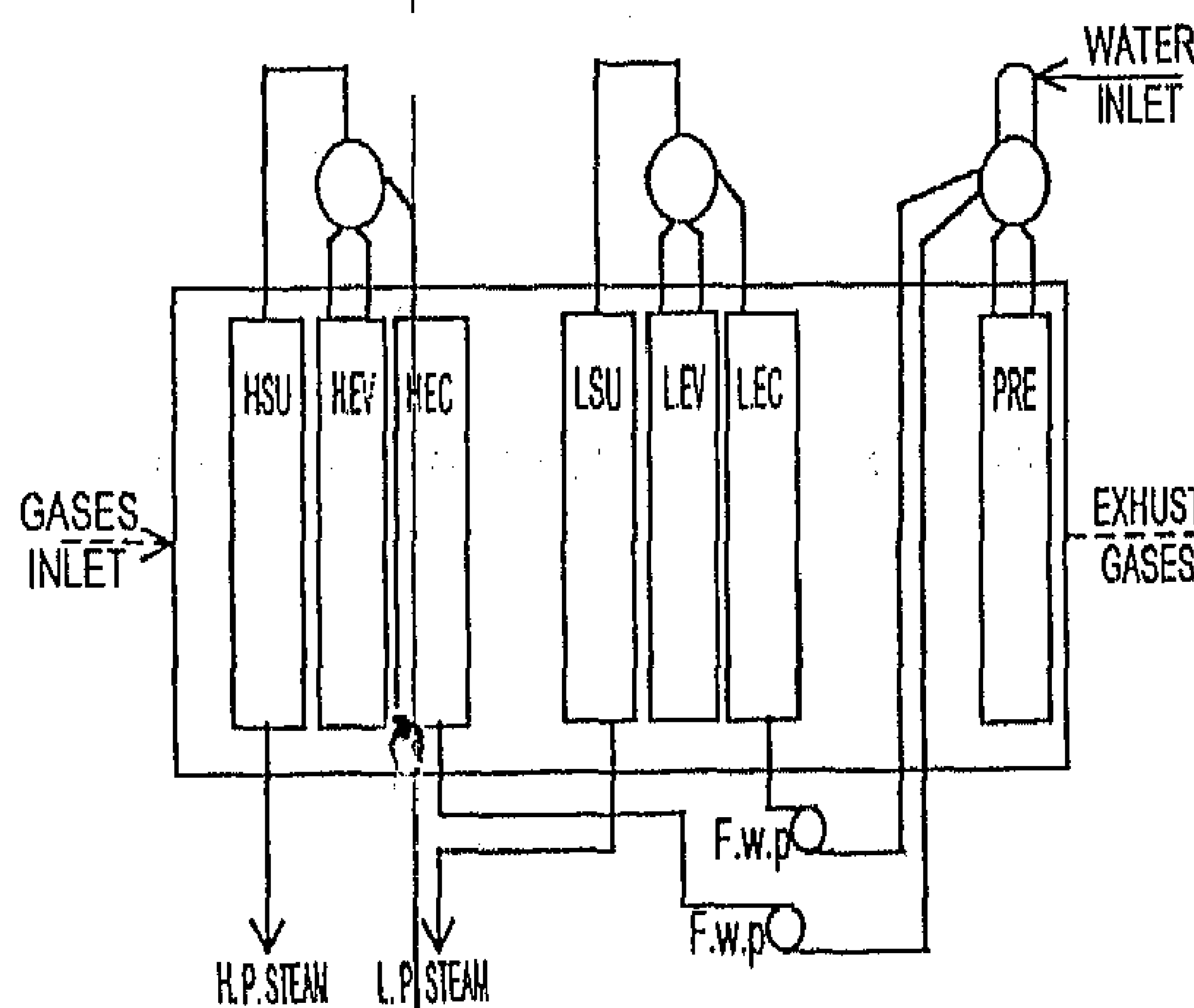
Pressure	1- Single pressure level.
	2- Double pressure level.



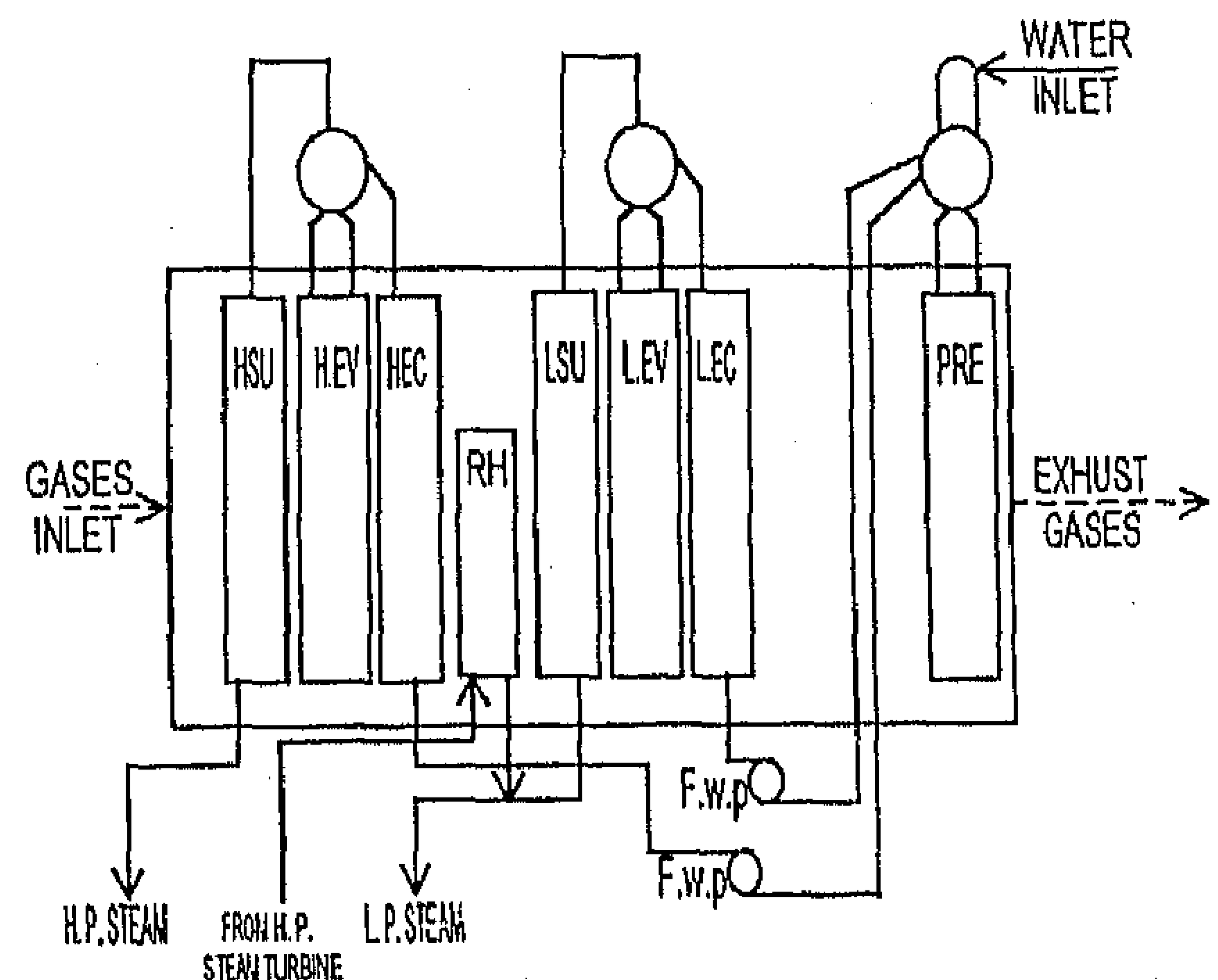
Double pressure natural circulation



Double pressure forced circulation



Triple pressure natural circulation without reheat



Triple pressure natural circulation with reheat

Fig. 1 Classification of heat recovery steam generators

The types of combined cycle power plants can be classified into the following :

1. Combined cycle with no supplementary firing (NSF), in which the exhaust gasses from the gas turbine are supplied directly to the HRSG without additional any fuel (heat).
2. Combined cycle with supplementary firing (WSF), in which the exhaust gases from gas turbine are supplied to the HRSG after passing through additional combustion chamber.
3. The HRSG lies between combustion chamber and gas turbine and is called in this case "supercharged HRSG".

As examples of combined cycles, figures 2,3,4 presented three schematic diagrams of combined cycle. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of one [GTU+HRSG]. The HRSG is a double pressure [DP] natural circulating [NC]. The used steam turbine is a single pressure level. [GTU+HRSG] with DP-NC HRSG is shown in fig.2. Figure 3 presented multi [GTU+HRSG] with DP-NC fired HRSG. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of any number of [GTU+HRSG] according to the plant design. The HRSG is a double pressure [DP] natural circulating [NC]. The used steam turbine is a single pressure level. Four [GTU+HRSG] with DP-NC fired HRSG is shown in fig. 3. Figure 4 presented multi [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of multi [GTU+HRSG]. The HRSG is a triple pressure [TP] with reheat [WR]. The used steam turbine is a double pressure level. Two [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG is shown in fig. 4.

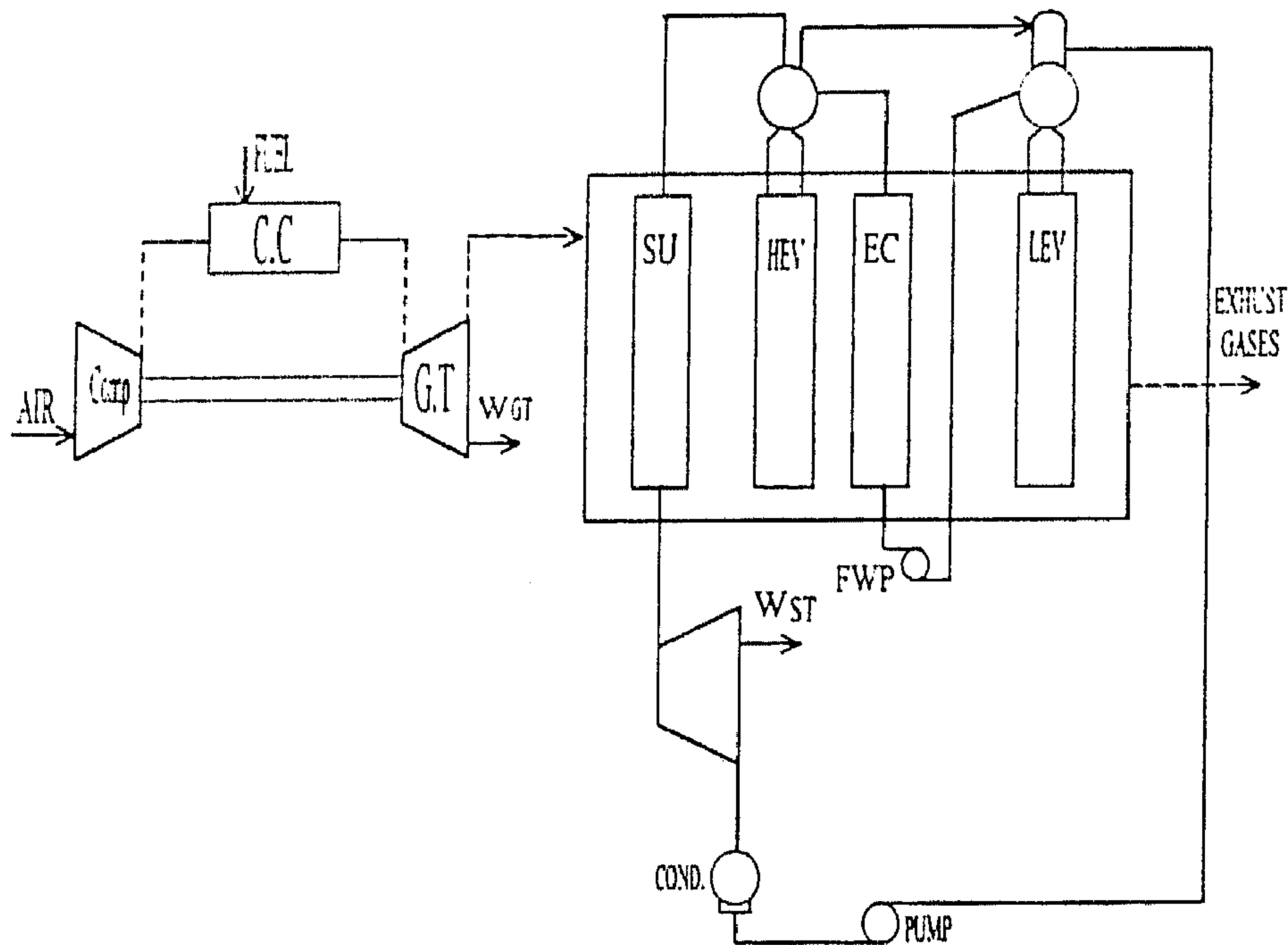


Fig.2 Schematic diagram of Single [GTU+HRSG] with DP-NC HRSG

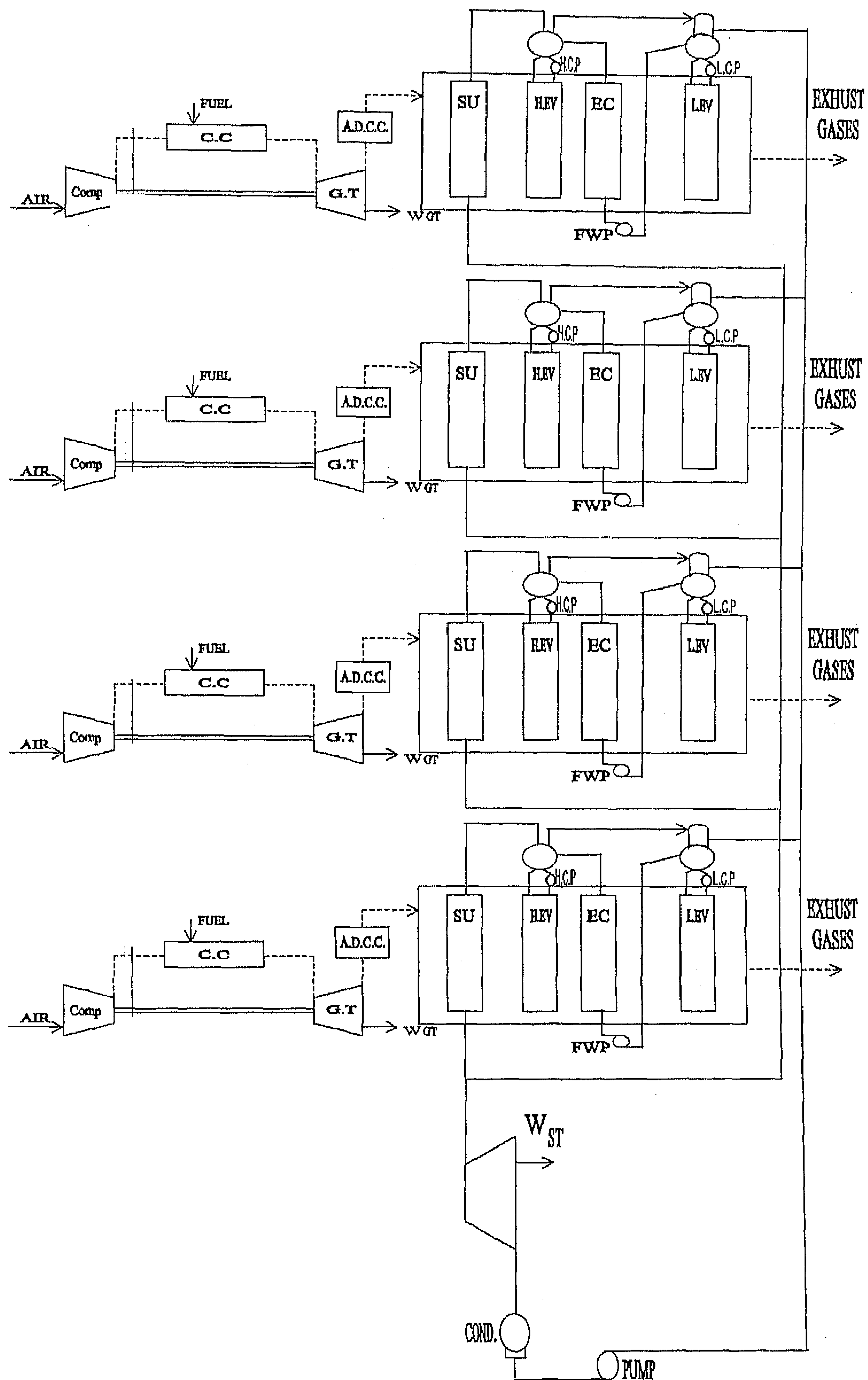


Fig.3 Schematic diagram of Multi [GTU+HRSG] with DP-FC fired HRSG

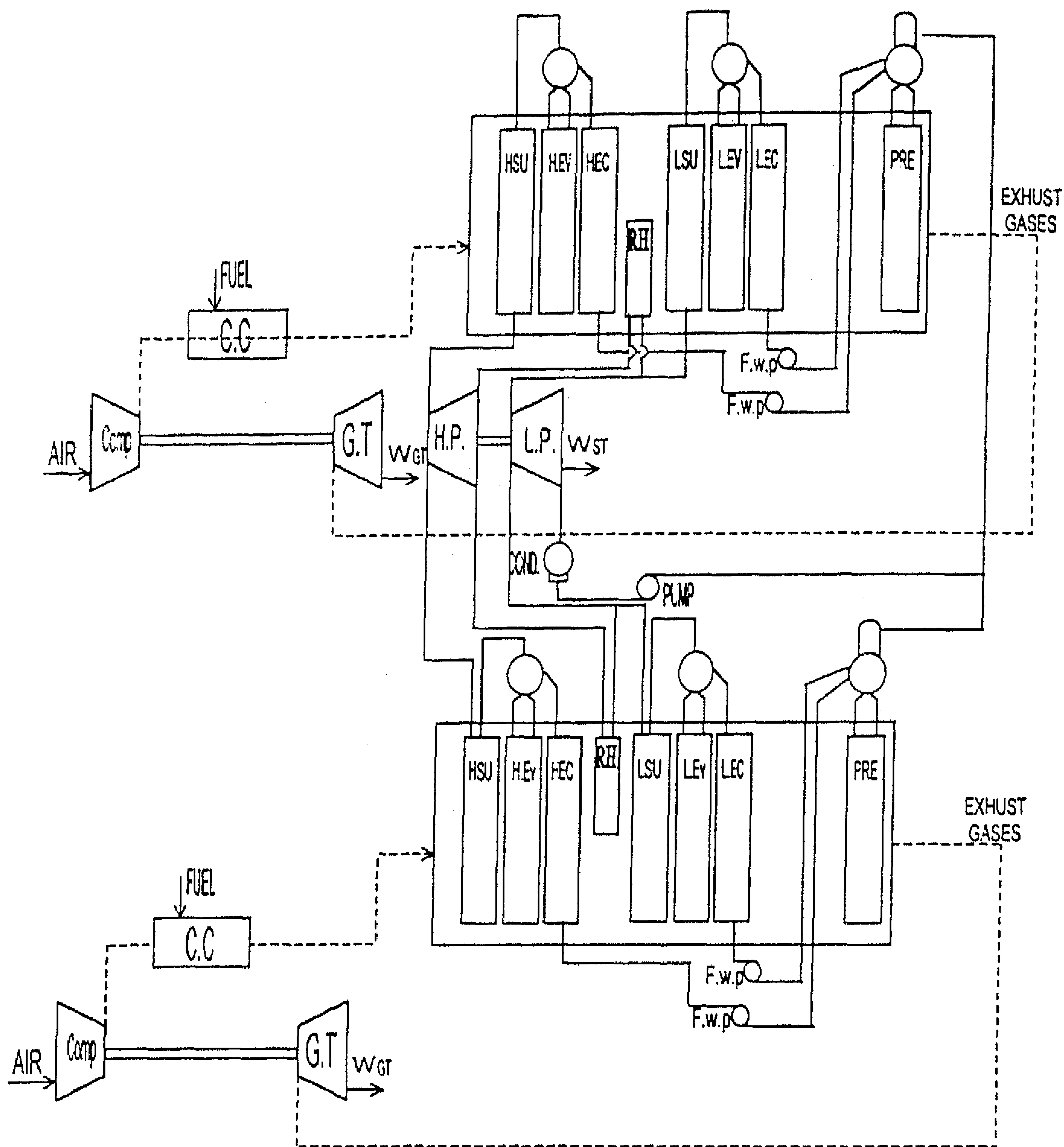


Fig. 4 Schematic diagram of Single [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG

3.2 Structure of the Computer Program Code:

The computer code consists of a main program and 28 subroutines in three levels. The main program is used to receive the main data of the power plant through a dialogue between the user and the program and direct the flow of calculation towards the suitable subroutine in level one. In the first level there are 9 subroutines. Each of them receives the main data from the main program according to the type of the power plant. The Second level subroutines consist of 13 subroutines. They are called from the first level subroutines in order to do the following:

1- Analysis of gas turbine cycle components.
2- Analysis of steam turbine cycle components.
3- Output data

There are 5 subroutine in the third level. Each Subroutine is called from the subroutines of the previous level. It supplies the subroutine of the second level with the different properties of the air, fuel, exhaust gases and steam.

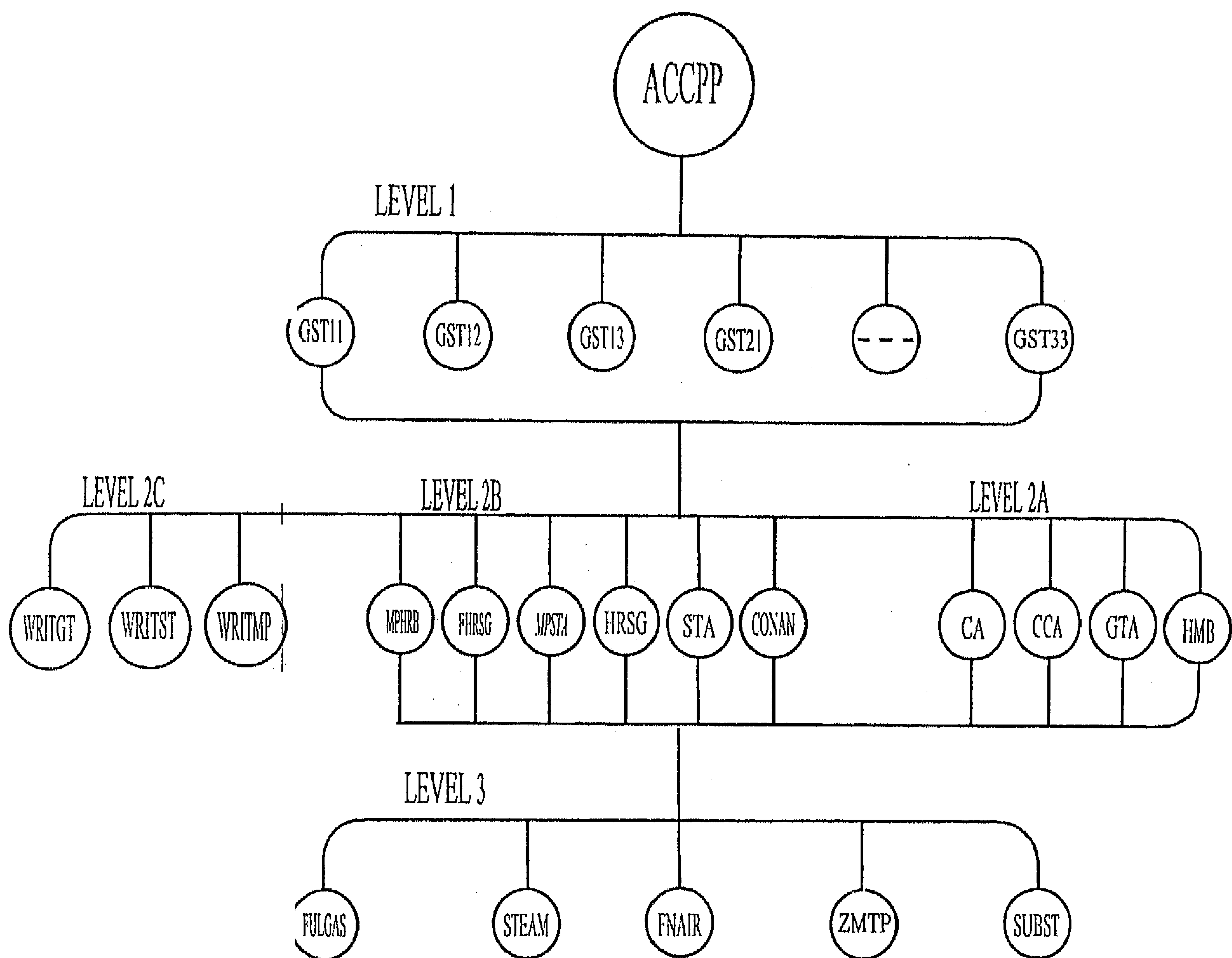


Fig. 5 structure of the computer program code

4. VALIDITY OF THE COMPUTER PROGRAME CODE

To show the validity of the computer program code the data of Dammitta combined cycle power plant, which are presented in table (I) and the results of the computer code, which are presented in table (II), are compared with the results obtained by Shalby et.al. (1999). They studied the second law analysis of Dammitta combined cycle power plant at different loads 50, 75, 100 % load.

4.1 Dammitta Combined Cycle Power Plant (Case Study)

Dammitta combined cycle power plant is the maximum power of combined cycle power plant in Egypt. It's really installed at two stages. At the first stage, at 1989, only gas turbine unites with its accessories by Simens company. The power output of each unit is about 135 MW. Secondly, at the end of 1993 the gas turbine power plant was integrated by Ciminontubi, Alston & Borsig companies with three new steam turbine unites to form the combined cycle power plant. Each steam turbine unit generates about 140 MW to make the maximum output of Dammitta combined cycle power plant about 1200 MW. The

thermal cycle of the plant is a simple gas turbine cycle, which consists of compressor, combustion chamber, and gas turbine with simple Rankine cycle, which consists of, a triple pressure HRSG and double pressure steam turbine. Figure 6 presents one module of Dammitta combined cycle power plant, which consists of two (GTU +HRSG), and one steam turbine. The typical operating conditions of Dammitta combined cycle power plant under three different loads, 50, 75 and 100 % are shown in table (I).

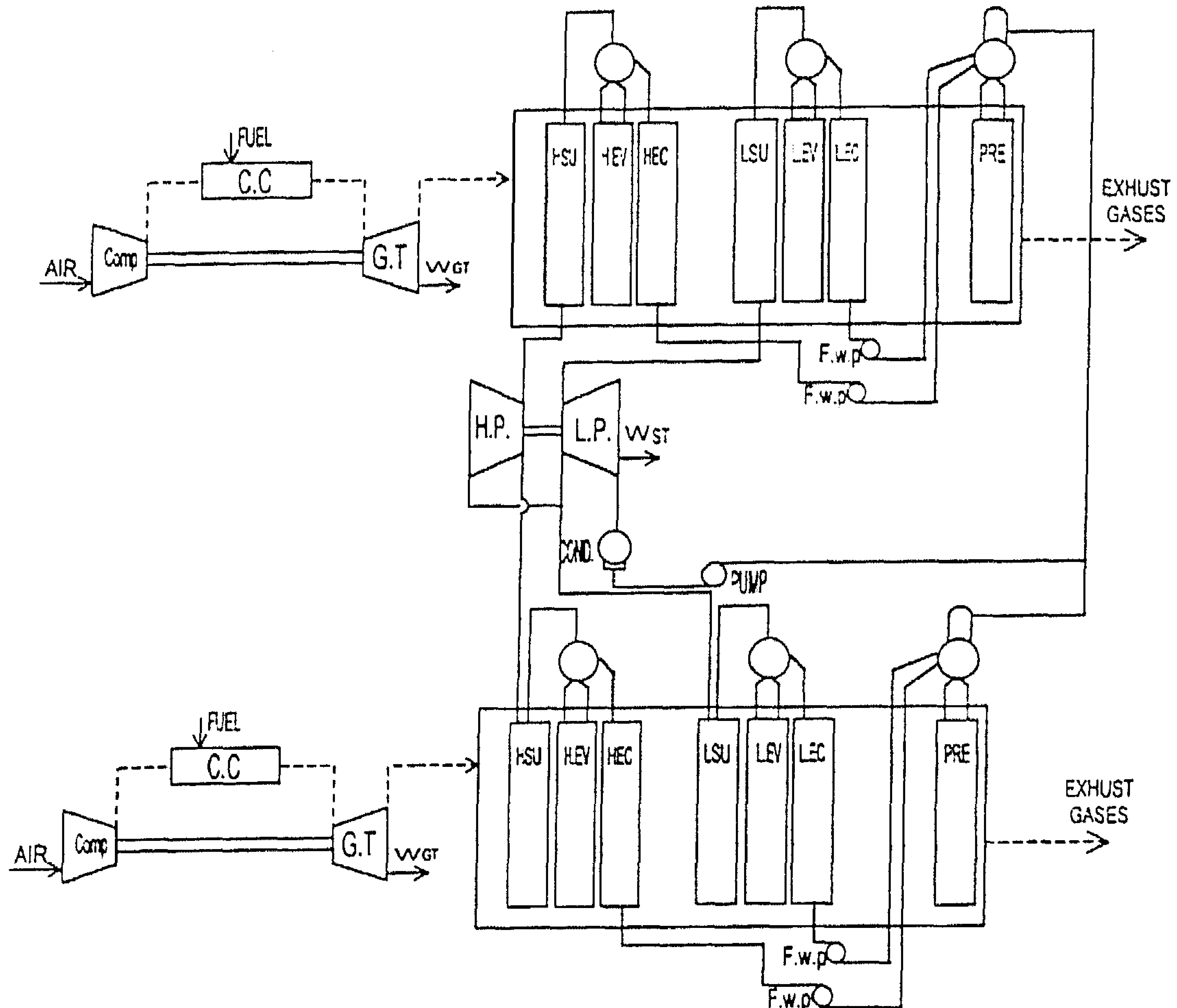


Fig. 6 Schematic diagram of one module Dammitta combined cycle power plant

5. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 7 shows the variation of exergy loss in combustion chamber, with the load. The maximum percentage difference in the exergy loss in about 2%. The variation of the 2nd law efficiency in combustion chamber with different load is presented in fig. 8. The maximum percentage difference in the 2nd law efficiency of combustion is about 3%. Figure 9 presents the 2nd law efficiency of both the low pressure and high-pressure turbines with different loads. From this figure the maximum difference 2nd law efficiency is about 2.5% and 2.9% for L.P. turbine and H.P. turbine. Figure 10 presented the exergy loss of both the low pressure and high-pressure turbines with different loads. The maximum percentage exergy loss is about 12% and 6% respectively. The variation of the exergy loss in HRSG with different load is presented in fig. 11. The maximum percentage difference in

exergy loss in HRSG is about 11%. Figure 12 shows the variation of the 2nd law efficiency in the HRSG with the loads. The maximum percentage difference in 2nd law efficiency of HRSG is about 0.51%

6.CONCLUTION

A computer code is constructed for the thermodynamic analysis of the most used combined cycle power plants in the world and can be extended to any new type of combined cycle power plant. The computer code covers the range of combined cycle with no supplementary firing (NSF), with supplementary firing (WSF), and the supercharged HRSG. The computer code covers also the range of the HRSG which has double pressure and triple pressure stages, with and without reheat, natural and forced water circulation, and the range of single pressure level and double pressure level steam turbines. It can be used also to optimize the operating condition of any components of combined cycle power plant. In addition the computer code can be used in the thermodynamic design of any new combined cycle power plant. The computer code gives complete analysis for the first and second law efficiency, exergy expanded and losses, air to fuel ratio, excess air for the whole plant, as well as the first and second law efficiency, exergy losses for each components of the gas and steam cycle systems, at any part load and the base load. The results of the code for Dammietta combined power plant are compared with the results of Shalaby et al [1999] and proved the validity of the code.

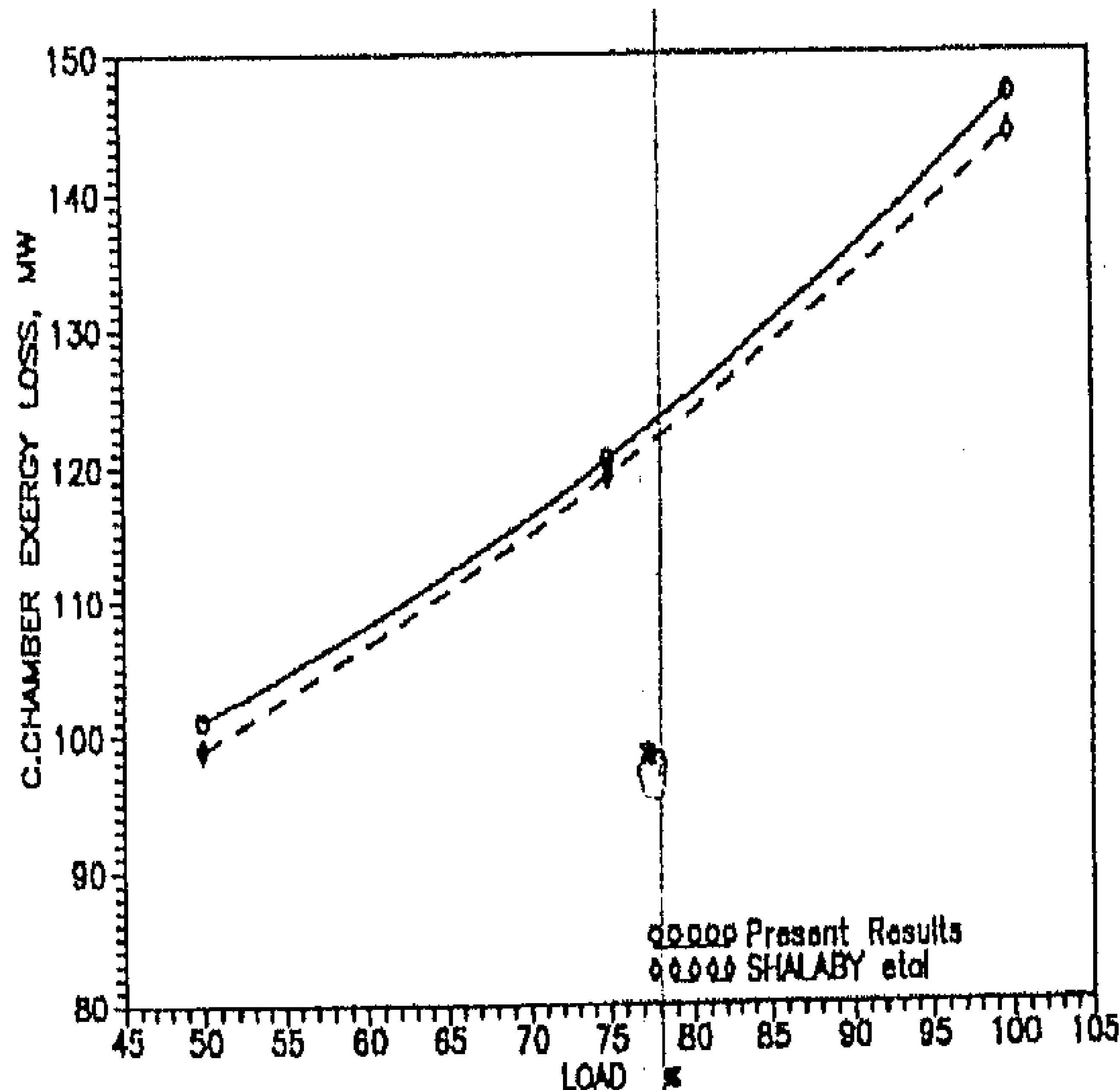


Fig. 7 Comparison of exergy loss of combustion chamber results

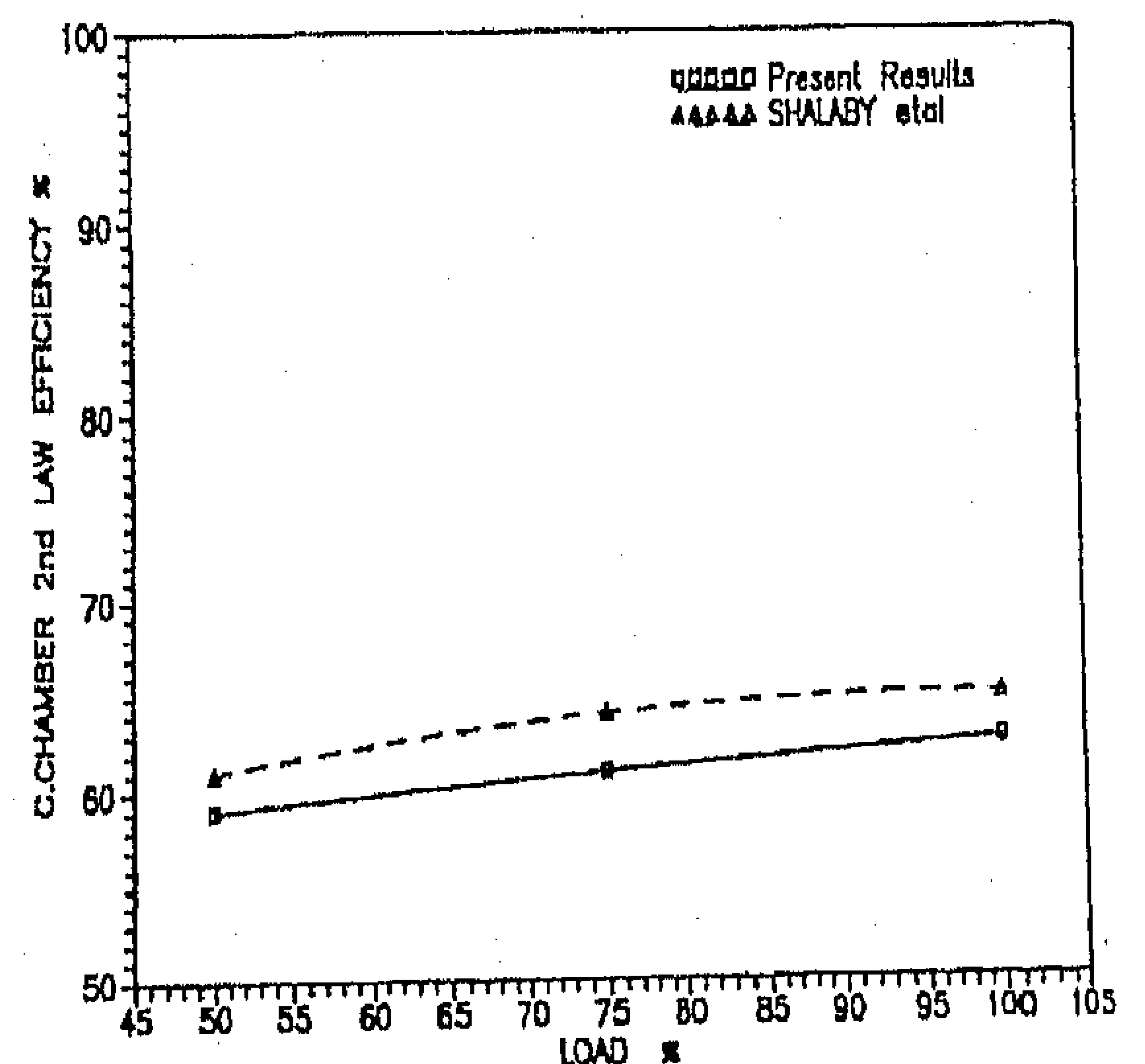


Fig. 8 Comparison of 2nd law efficiency of combustion chamber results

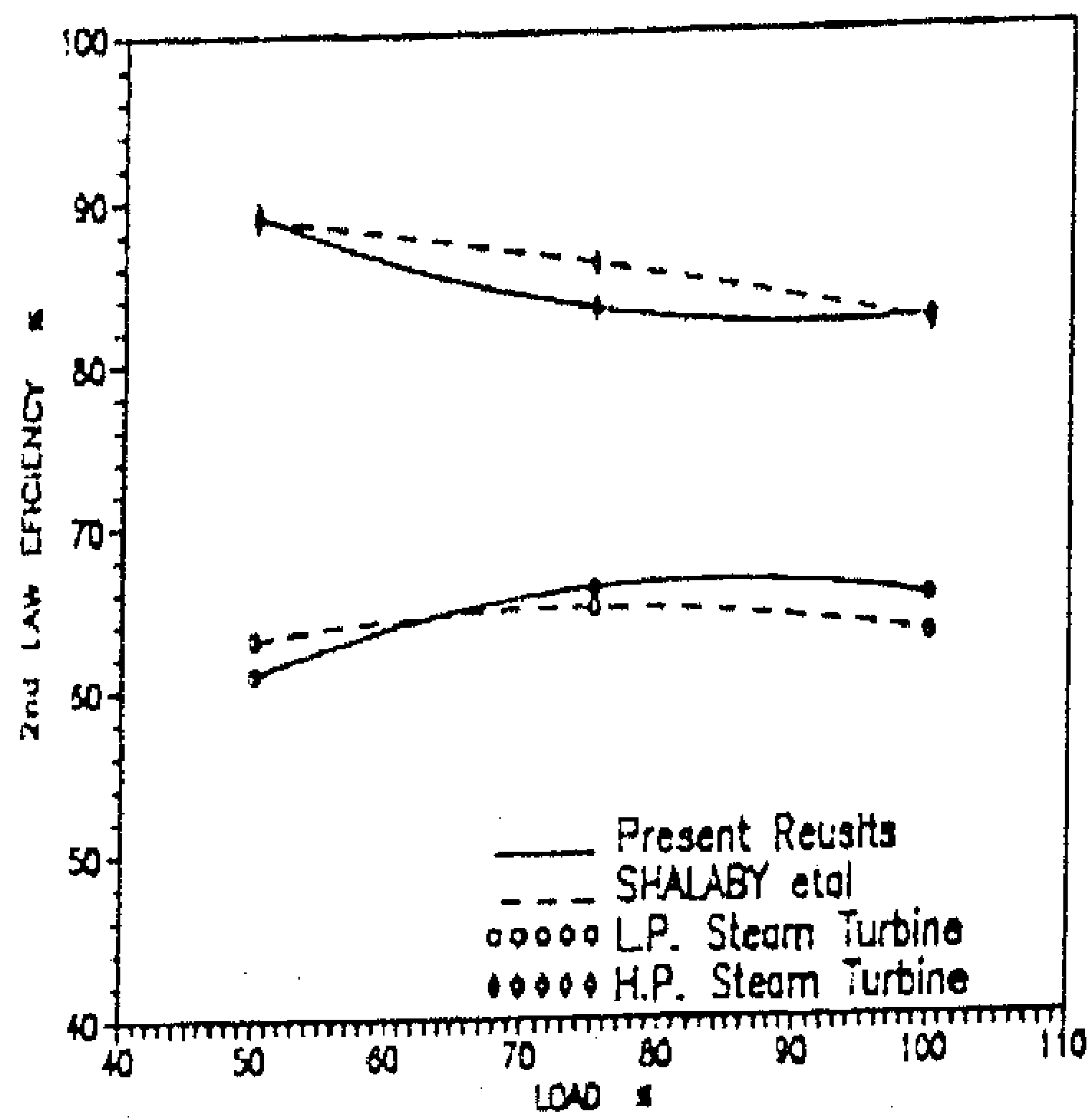


Fig. 9 Comparison of 2nd law efficiency of law & high pressure turbine results

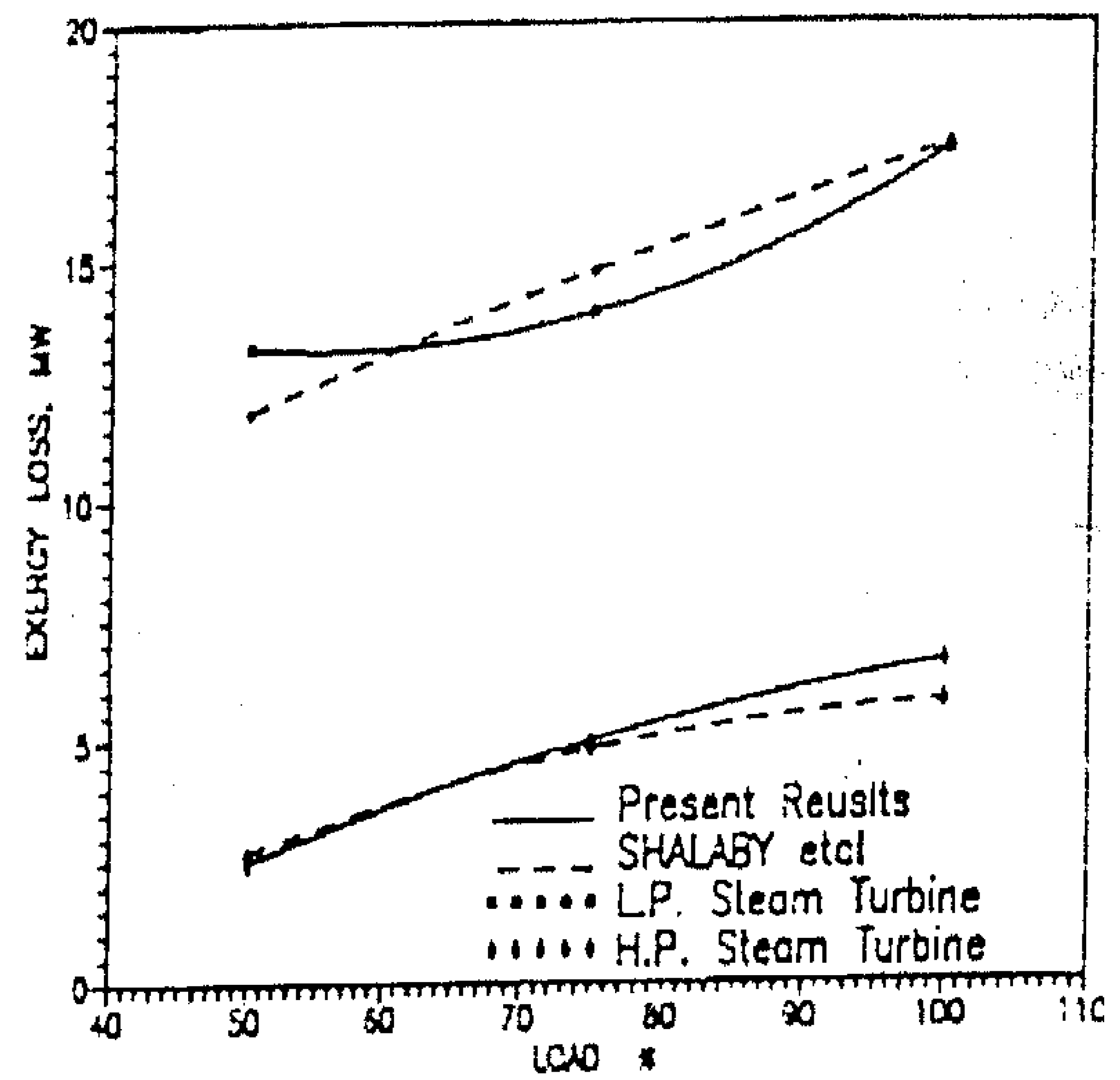


Fig. 10 Comparison of exergy loss of law & high pressure turbine results

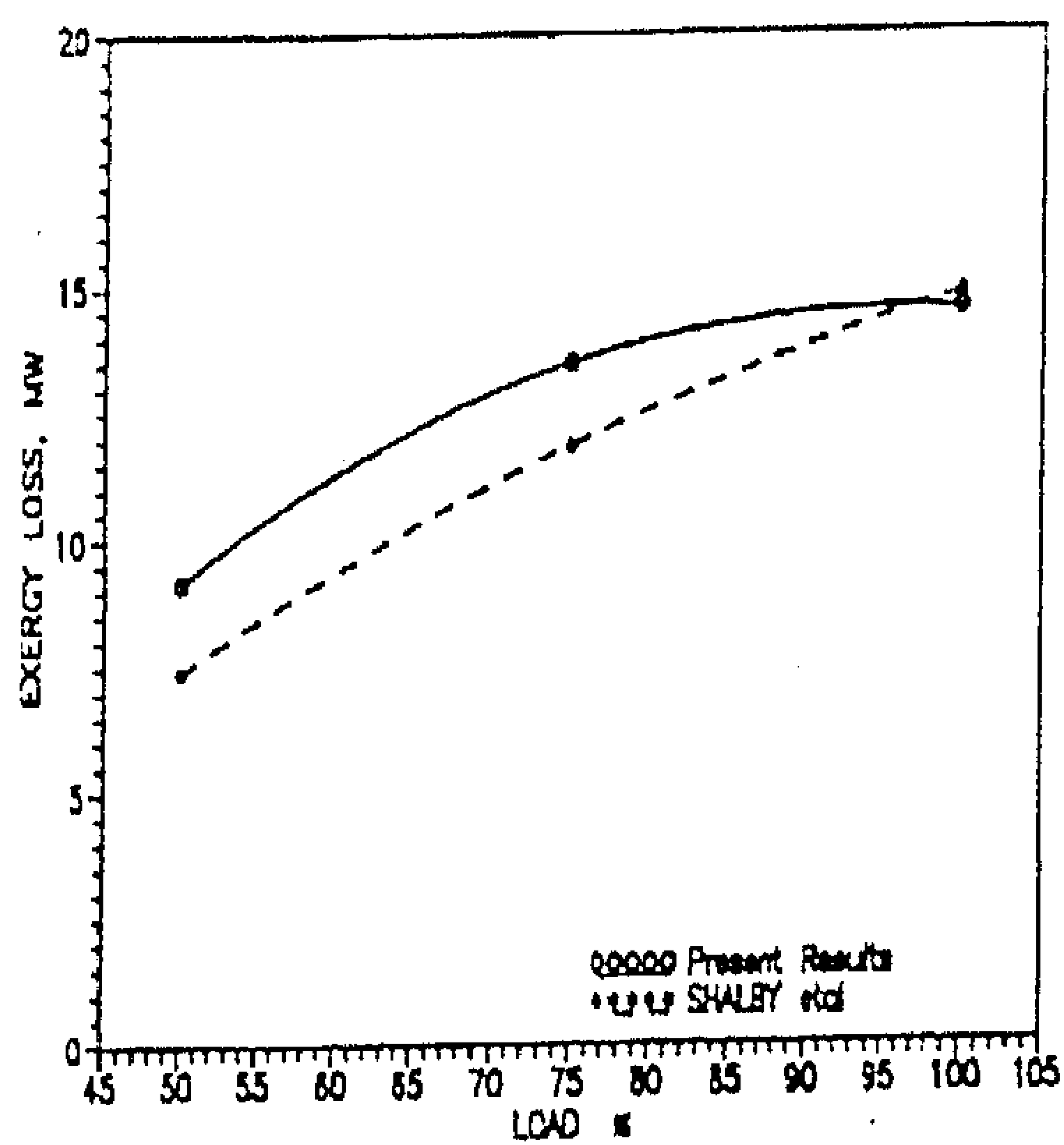


Fig. 11 Comparison of exergy loss of HRSG results

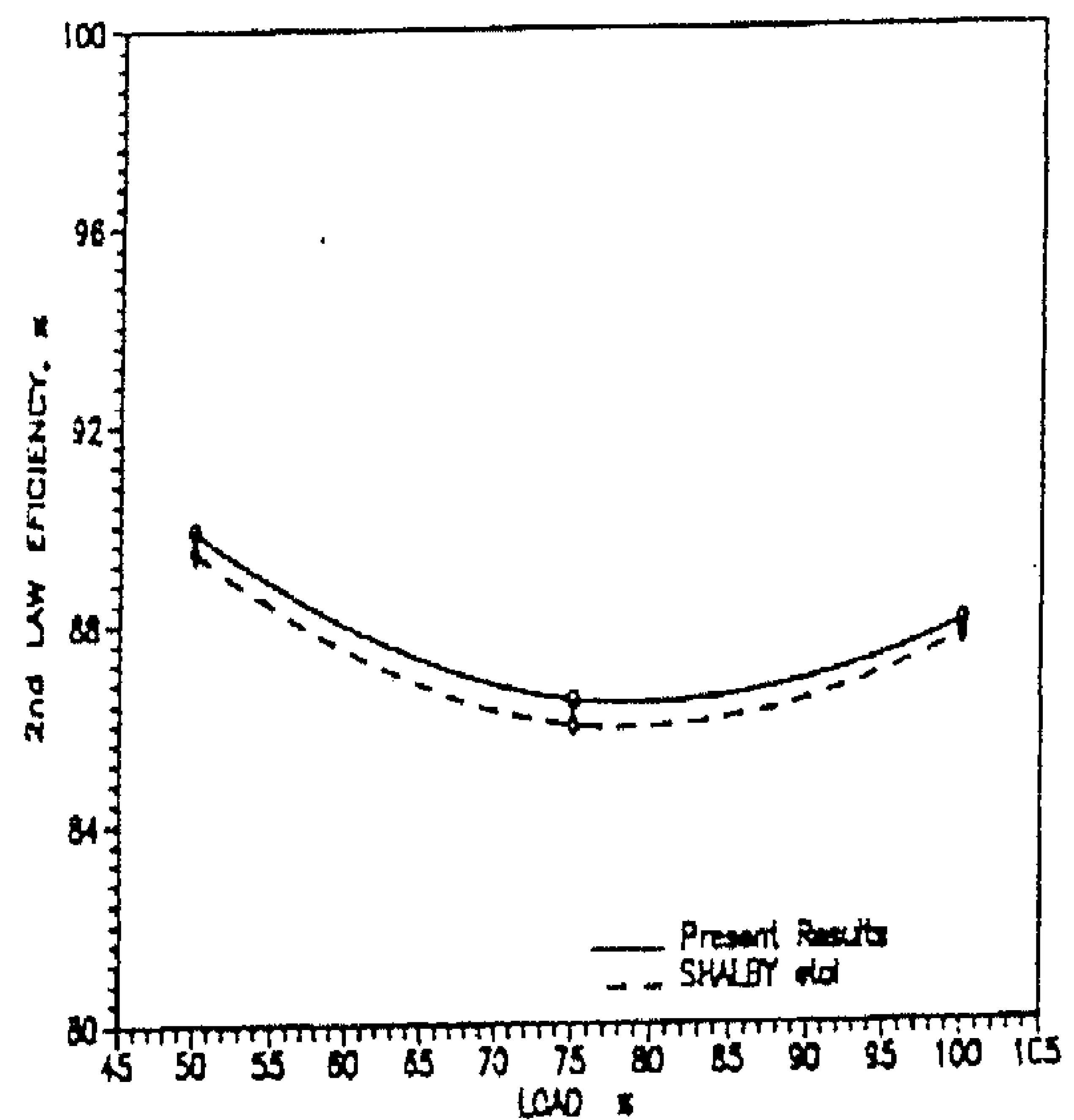


Fig. 12 Comparison of 2nd law efficiency of HRSG results

REFERENCES

1. Agazzani, A., and Massardo, A.F., October 1996, "A Tool for Thermoeconomic Analysis and Optimization of Gas, Steam, and Combined Plants", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 119.
2. Akiba, M., and Thani, E., April 1996, "Thermodynamics of New Combination of Supercharged Boiler Cycle and Heat Recovery Cycle for Power Generation", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 118.
3. Akiba, M., Thani, E., and Tomizawa, M., 1993, "A Study of High Accuracy Calculations of Combined Brayton-Rankine Cycles for Power Generation", Trans. of JSME international journal, Series B, vol. 36, No.1.
4. Bejan, A., 1988, "Advanced Engineering Thermodynamics", John Willy and Sons Publishing Company.
5. Caracasi, C. and Facchini, B., 1996, "A Numerical Method For Power Plant Simulation", Trans. of ASME Journal of Energy Resources, Vol. 118, PP. 36-43.
6. Gas Turbine World 1998-99 HandBook, A Pequot Publication.
7. Huang, F., 1989, "Engineering Thermodynamics", Macmillan Publishing Company.
8. Perz, E., April 1991, "A Computer Method for Thermal Power Cycle Calculation " Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 113, pp., 184-189.
9. Shalaby, M.A., Bekheit, M.M., and El-Sady, A.S., March 1999, "Second Law Analysis At Part Load and Off-Design Conditions of Dammitta Combined Cycle Power Plant", The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering, "MICATE", PP, 303-318.
10. Somerton ,C. W., Brouillette, T., Pourciau, C., Strawn, D., and Whitehouse, L., April 1987, "Rankine: A Computer Software Package for The Analysis and Design of Steam Power Generation Unites", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 113, pp., 222-227.
11. Wylen, G. V., Sonntag, R., and Borgnakke C., 1996, "Fundamentals of Classical Thermodynamics", John Wiley and Sons Publishing Company.

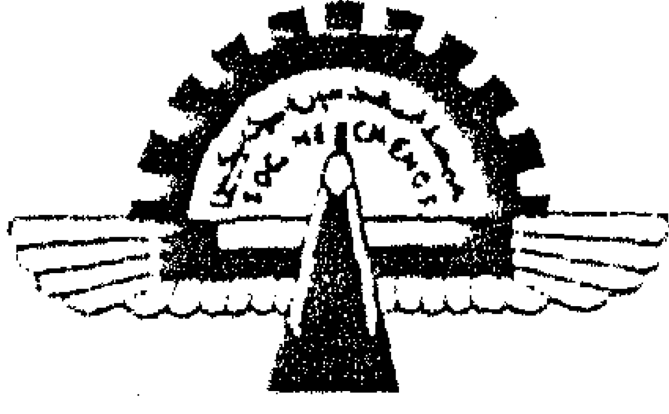
Table (I)typical operating condition for one half module of Dammitta plant

Parameter	units	Load		
		50 %	75 %	100 %
Gas turbine net power	MW	66	99	131
Compressor inlet temp.	°C	18	18	18
Compressor outlet temp.	°C	282	302	322
Compressor outlet press.	bar	6.3	8.1	9.7
Fuel flow rate.	M^3/hr	25450	32440	40200
Gas turbine outlet temp.	°C	487	490	502
Stack outlet temp.	°C	90	105	105
Stack outlet press.	bar	1.002	1.003	1.004
Steam turbine power.	MW	43	52	64
Mass flow rate of high press. Water	T/hr	154	174	210
Temp. of high press. Water	°C	114	114	114
Press. Of high press. Water	bar	105.8	102.9	98
Press. Of high press.drum	bar	48.4	54.9	67.6
Temp. of high press. Steam	°C	472	475	490
Press. Of high press. Steam	bar	45.3	51.9	63.7
Mass flow rate of low press. Water	T/hr	34	45	53
Temp. of low press. Water	°C	110	111	110
Press. Of low press. Water	bar	12.7	12.3	11.9
Press. Of low press. Drum	bar	5.2	5.1	5.2
Temp. of low press. Steam	°C	196	197	198
Press. Of low press. Steam	bar	3.7	3.7	3.7
Condensate preheater mass flow rate	T/hr	90	122	145
Flow rate of steam dearator	T/hr	4	4.7	5.6
Condensate preheater outlet temp	°C	100	100	100
Condensate preheater outlet press	bar	13.2	13.2	13.2
Dearator inlet temp.	°C	109	109	109
Dearator outlet press.	bar	2.3	2.3	2.3
Dearator outlet temp.	°C	95	95	95
Condenser press.	mm.Hg	718	717	717
Dryness fraction.		0.95	0.95	0.95
Condensate pump discharge press.	bar	15.8	14.7	12.3
Condensate pump discharge temp.	°C	36	37	35
Cooling water inlet temp.	°C	21	21	21
Cooling water outlet temp.	°C	26	26	26

Table (II)results of Dammitta combined cycle power plant

Parameter	*Units*	Load		
		50 %	75 %	100 %
Isentrobic efficiency of compressor	%	75	82	86
Second law efficiency of compressor	%	85	90.039	92.21
Exergy loss of compressor	MW	13.913	11.514	11.473
Air flowrate	Kg/see	363.4	416	474
Compressor power	MW	97	120.2	148.2
Air to fuel ratio	-	71	64	60
Percentage excess air	%	336	292	266
First law efficiency of combustion chamber	%	98.27	99	97.63
Second law efficiency of combustion chamber	%	59	61	62.592
Exergy loss of combustion chamber	MJ/see	101.199	120.485	147.032
Heat added to combustion chamber	MW	248.259	316.49	386.566
Chemical exergy of the fuel	MW	252.194	322.469	394.569
Isentrobic efficiency of gas turbine	%	85.26	84.02	83.102
Second law efficiency of gas turbine	%	97	97.167	96.77
Exergy loss of gas turbine	MW	4.704	7.09	9.945
Gas turbine inlet temperature	°C	1145	1215	1275
Gas turbine power	MW	169.4	227.628	289.88
Second law efficiency of HRSG	%	88	86.47	88
Exergy loss of HRSG	MW	14.497	13.5	14.497
Isentrobic efficiency of L.P. steam turbine	%	55	65.75	65
Second law efficiency of L.P. steam turbine	%	55.4	65.1911	65.911
Exergy loss of L.P. steam turbine	MW	15.9	17.929	17.314
Isentrobic efficiency of H.P. steam turbine	%	84	77	79.31
Second law efficiency of H.P. steam turbine	%	89.27	83.24	82.43
Exergy loss of H.P. steam turbine	MW	2.5	4.99	6.6
Second law efficiency of condenser	%	45.61	43.86	49.12
Exergy loss of condenser	MW	3.73	4.1	4.48

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

2/8

رمز الحاسب الالي لتحليل الدورة المركبة في محطات القوي

م/ وليد فكري فهمي المرسي

FIRST AND SECOND LAW ANALYSIS OF TALKHA 300 MW COMBINED CYCLE POWER PLANT

By

*FAHMY, W .F., **EL KADY, M. S., **ABDEL SALAM H. M., and **MAHGOUB M.M.
*Delta Electric Company, Production Sector, Ministry of Electricity
**Mechanical Power Engineering Department
Mansoura University, El Mansoura, Egypt
Email:elkady@mum.mans.eun.eg

Abstract:

This paper is concerned with the first and second law analysis of Talkha 300 MW combined cycle power plant which is the first installed and operated plant of this type in Egypt. A recently developed computer code is adapted and used in this study to analyze the considered cycle based on the first and second laws of thermodynamics.

An experimental work has been undertaken on Talkha combined cycle to obtain data required to run the computer program such as temperatures and pressures at different locations in the cycle, as well as the fuel flow rate of the combustion chamber at different loads. As a result of this study, exergy loss and second law efficiency of all Talkha combined cycle components have been determined. For the gas turbine cycle components, the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber, while the minimum exergy loss occurs in the gad turbine. For steam cycle components, the maximum exergy loss occurs in the HRSG, and the minimum occurs in the condenser. The second law efficiency of the turbine is the highest value of the gas cycle components while the second law efficiency of combustion chamber is the lowest value. The highest second law efficiency in the steam cycle occurs in the HRSG and the lowest second law efficiency occurs in the steam turbine. Considerable change in both exergy loss and second law efficiency due to load variation has been predicted. For the combined cycle, the integration of the steam cycle to the gas turbine cycle caused 14 % increase in the overall 2nd law efficiency and 13 % increase in the overall thermal first law efficiency for the plant.

NOMENCLATURE

m	Mass flow rate, kg/s
I	Exergy loss (irreversibility), kW
Q_k	the heat transfer through the boundary, kJ/s
s	Specific entropy, kJ/kg.K
S	Entropy, kJ/K
T_k	Boundary temperature, K
W	Work rate, kW
η	Efficiency, %

Subscripts:

gen	Generated within the system

I	1^{st} law of thermodynamics
II	2^{nd} law of thermodynamics
r	Reversible
ru	Reversible uselful

Abbreviations

CC	Combustion chamber
Comp	Compressor
COND	Condenser
EC	Economizer
FWP	Feed water pump
G.T	Gas turbine
HEV	High pressure evaporator
HRSG	Heat recovery steam generator
LEV	Low pressure evaporator
ST	Steam turbine
SU	Superheater

1. INTRODUCTION

Combined cycle power plants are promising mode of energy recovery and conservation and are economically interesting proposition. Conversion of simple-cycle gas turbine facilities into combined-cycle plants offers clear-cut benefits whenever rising power demands must be met. These benefits include dramatic improvements in efficiency at all loads, and improved operating reliability with relatively low-cost addition to existing power facilities. By the year 2000, the total capacity of combined cycles used by utilities is expected to reach 45000 MW, Najjar (1999).

Several studies have been undertaken to analyze and investigate both steam and gas turbine cycle power plants based on first and second law analysis. Recently, El-Agouze et. al. (1999) presented an exergy analysis of steam power plant for constant and sliding pressure modes. They studied the location and magnitude of the exergy destruction of the individual components of the power plant. Habib (1994) presented an analysis of steam turbine cogeneration system. He compared the performance of the plant with a conventional plant with separate production of process heat and power.

The state of the art in the combined cycle power plants has been presented by Sorour (1995). He outlined the types of the combined cycles and their applications. Najjar (1999) published a review paper covering twelve gas turbine systems which would contribute towards efficient use of energy. El-masri (1987) presented quantitative analytical tools based on the second law of thermodynamics to provide insight into the complex optimization encountered in the design of a combined cycle. Chin and El-masri (1987) presented an exergy analysis and optimization of combined cycles with two-pressure steam bottoming cycles. Toole et. al. (1990) outlined the main concepts of exergy analysis with special emphasis on the fact that exergy can be transferred and transported and on the distinction between work and useful work. Shalaby et. al. (1999) presented a second law analysis of Dammietta combined cycle power plant at different loads. The analysis was used to determine the proportion of exergy losses among the plant components. El Kady et al (2000) developed a computer program code (ACCPP) based on the first and second law analysis, to analyze and optimize the operating conditions for the most used combined cycle power plants in the world. This computer code can be used to

give a complete thermal design for any proposed combined cycle power plant. Therefore, this code has been adapted in this study to analyze the Talkha 300 MW combined cycle power plant. Principal relationships used in this computer code are outlined as follows:

Exergy loss (irreversibility) $I = W_{ru} - W_u = T_0 . S_{gen}$

Where: W_{ru} is the reversible useful work,

W_u is the useful work

T_0 is the ambient temperature,

S_{gen} is the entropy generated within the system boundary;

$$\dot{S}_{gen} = \sum_{out} \dot{m}s - \sum_{in} \dot{m}s - \sum_{out} \frac{Q_k}{T_k}$$

s is the specific entropy,

m is the mass flow rate,

Q_k is the heat transfer through the boundary, and

T_k is the boundary temperature

The first law efficiency (based on the concept of energy) and the second law efficiency (based on the concept of exergy) are defined as follows.

η_I = Energy output/ energy input

η_{II} = Exergy gained / exergy available

2. EXPERIMENTAL WORK

In the study an experimental test has been performed on Talkha combined cycle power plant. Values of temperatures, pressures, and fuel flow rate at different locations in the cycle and at different loading conditions are measured. The measured data are used to analyze the thermal cycle of the considered power plant by using the computer program code (El Kady et. al, 2000). Description of Talkha combined cycle power plant, instrumentation and the experimental procedures are given as follows.

2.1 Talkha Combined Cycle Power Plant (Case Study)

Talkha combined cycle power plant is the first combined cycle power plant installed and operated in Egypt. This plant has been installed in two stages. Initially the gas turbine power plant, which consists of eight gas turbine units, is installed and operated in 1979 with a total installed power of 200 MW. Each gas turbine unit consists of compressor, combustion chamber, and gas turbine and produces 25 MW. Later, at the end of 1989, the installed power of the combined cycle is increased up to 300 MW by integrating two 50 MW steam turbine units into the plant. Talkha combined cycle power plant is mainly divided into two modules, each one includes four gas turbine units with their heat recovery steam generators (HRSGs), one steam turbine, and its accessories. Figure 1 shows the flow diagram of one module of Talkha combined cycle power plant which consists of four gas turbine units and one steam turbine and its accessories. It may be remarked in Fig. 1 that each gas turbine unit is connected to a double pressure heat recovery steam generator by a normally closed valve.

2.2 Instrumentation

A schematic diagram of the instrumentation used in the gas turbine unit is shown in Fig. 2. These include temperature and pressure measuring instruments such as

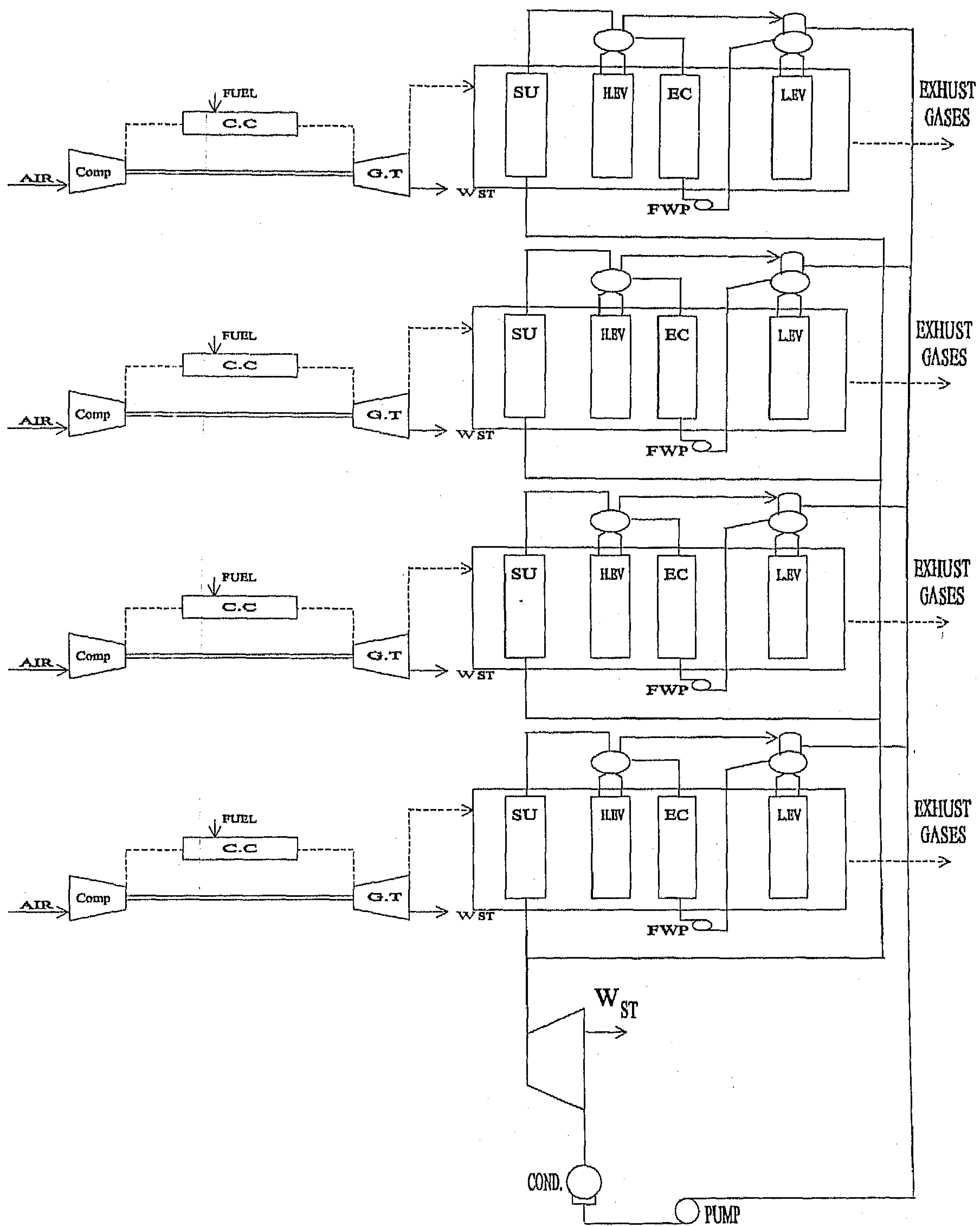


Fig. 1 Schematic diagram of one module of Talkha combined cycle power plant.

thermometers, temperature indicators, temperature elements which produces signals to the system control processor (SCP), pressure gauges, a pressure transmitter which is linked to the (SCP), a thermocouple which is connected to a local digital temperature recorder via the (SCP). The combustion chamber inlet fuel flow rate is measured by a flow meter.

The instrumentation used with steam turbine unit are shown in Fig. 3 and include number of temperature, pressure, and flow rate transmitters linked to the system control processor. Temperature transmitters are used to measure the temperatures of low- and high-pressure steam drums, the superheated exit steam temperature, the turbine steam inlet temperature, and the condenser exit temperature. Pressure transmitters are used to measure the pressures of condensate pump exit, low and high-pressure steam drums, the superheated exit steam, the turbine steam exit, and the condenser vacuum. The flow rate transmitter has been used to measure the condensate pump flow rate.

2.3 Experimental procedure

Initially the gas turbine unit is tested according to the following procedure.

1. One gas turbine unit is isolated from the power plant by switching the valve between the gas turbine unit and its HRSG to the closing position. At this position, the turbine exhaust gases is directed to the ambient.
2. The isolated gas turbine is operated until its maximum turbine speed is attained, then the no load temperatures, pressures and fuel flow rate have been recorded.
3. The gas turbine unit load is gradually increased up to 100% by controlling the fuel flow rate input to the combustion chamber. Temperatures, pressures and fuel flow rates at 25%, 50%, 75%, and 100% are recorded.

The combined cycle power plant is tested according to the following procedure.

1. One gas turbine unit is individually operated until its output power attained its maximum value, then the valve between the gas turbine and the HRSG is opened and in turn the turbine exhaust gases is directed to the HRSG. Consequently the steam generated in the HRSG is supplied to the 50 MW steam turbine which in this case produces 25% of the base load. At this condition, temperatures, pressures and fuel and cooling water flow rates are measured.
2. The combined cycle power plant load is increased up to 50% by including the second gas turbine unit with its HRSG into the combined cycle and then all measurements have been recorded.
3. Data of the combined cycle power plant at 75% and 100% load are obtained by including the third and the forth gas turbine units respectively with their HRSGs to the module.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

This paper is concerned with the thermodynamic analysis of 300 MW Talkha combined cycle power plant. Initially, experimental tests are carried out on this power plant during operation. Using a published computer program code [El Kady et al, 2000], a complete analysis of the cycle has been undertaken. The first law efficiency, exergy expanded, exergy losses, and second law efficiency of individual gas turbine cycle and the combined cycle are obtained. In addition the exergy loss and the second law efficiency for each component at different loading conditions are determined.

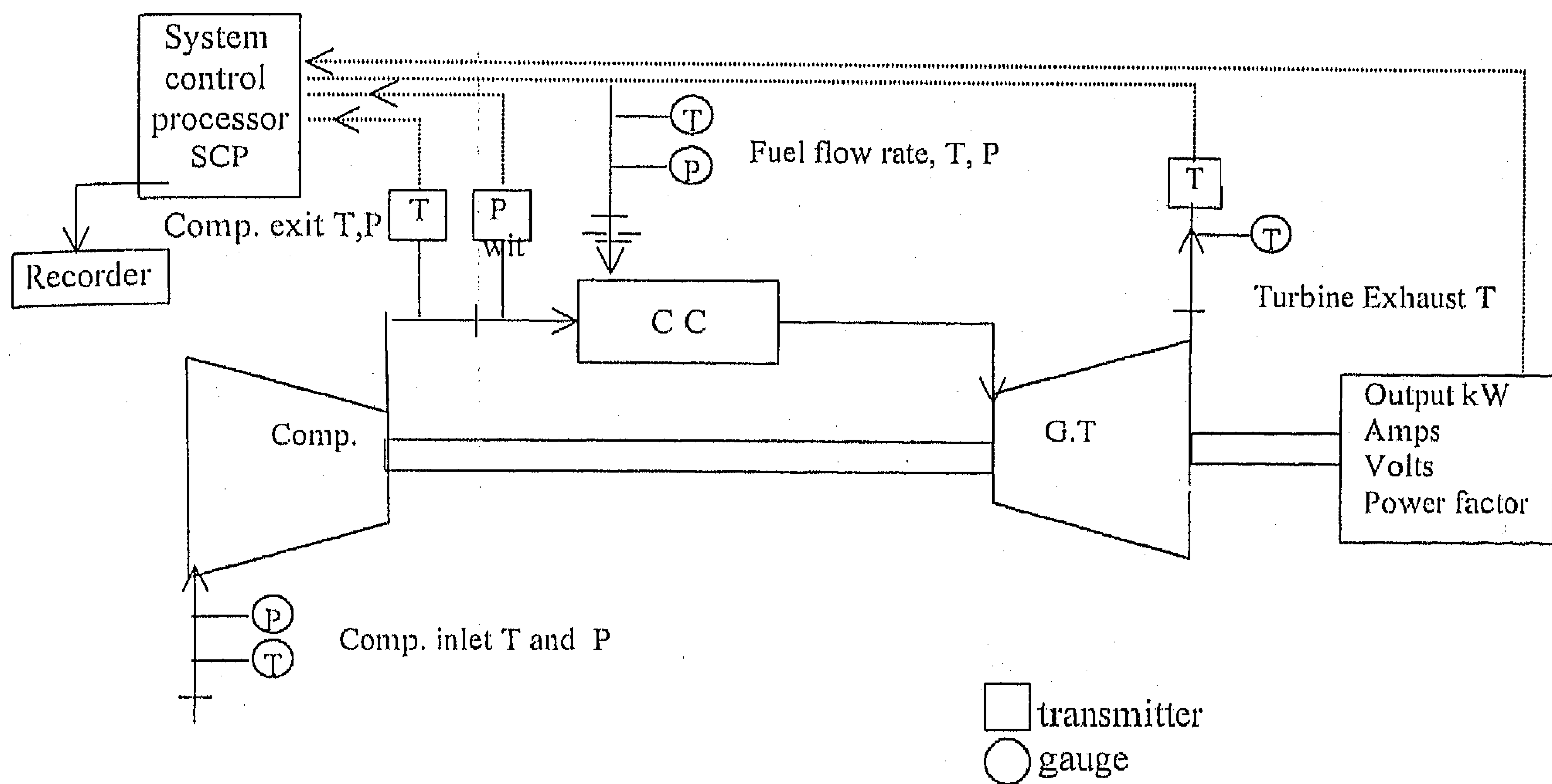


Fig. 2 Instrumentation diagram for gas turbine part of Talkha combined cycle power plant

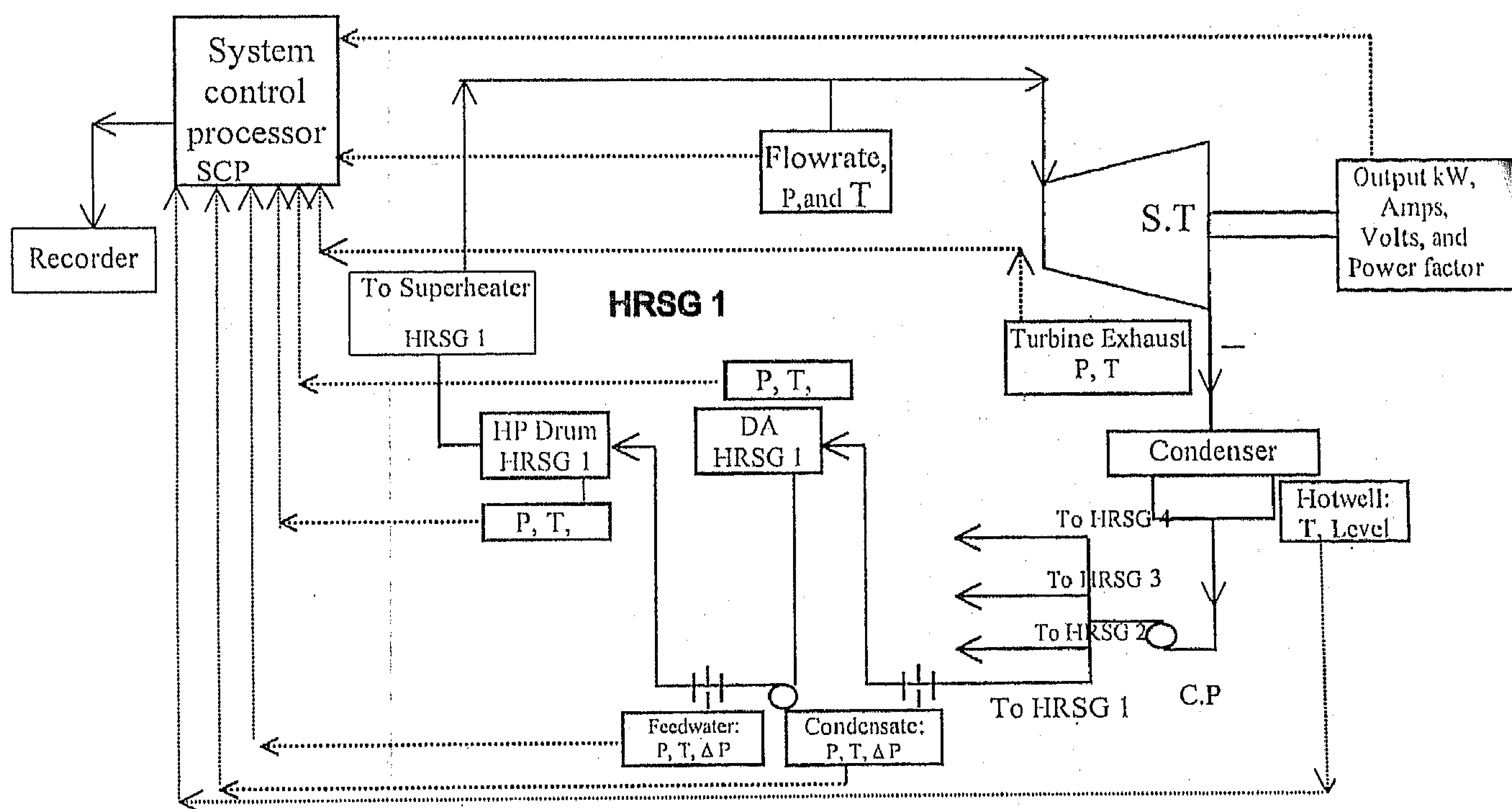


Fig. 3 Instruments diagram for steam turbine part of Talkha combined cycle power plant

3.1 Experimental Results

As mentioned previously, the measured data listed in tables I and II of both gas turbine unit and steam turbine part of Talkha combined cycle power plant are necessary for the computer analysis of this cycle. However, the analysis of this data may be useful from practical point of view, as it highlights the performance characteristics of the power plant.

Figure 4 shows the experimental results of net power of both gas turbine and combined cycles at different loads. It is remarked in Fig. 4 that, both gas turbine and combined cycle power increase with the load increase (load percentage). This is expected because in practice as the load increase, more gas turbine units are operated.

The experimental results of the specific fuel consumption of both gas turbine and combined cycles at different loads are set out in Figure 5. The figure indicates that a large decrease in the specific fuel consumption of the gas turbine cycle has been obtained with the load increase, while a slight decrease in the specific fuel consumption of the combined cycle is predicted with the load increase. This is due to to the power developed in steam cycle depends on the recovery of the heat exhausted from the gas turbine, and this is the most important advantages of the combine cycle.

3.2 Computer Program Code Results

The computer program code (El Kady et. al, 2000) used in this study was designed such that certain temperature and pressure data of the analyzed cycle must be available. Therefore, the measured data listed in tables I and II of both gas turbine unit and steam turbine part of the considered combined cycle are supplied to the computer program code and the predicted results are set out in tables III and IV, and discussed as follows.

3.2.1 First law analysis of the cycle

Figure 6 shows the calculated gas turbine inlet and exit temperatures compared with the measured compressor exit temperature. The gas turbine inlet temperature is not available as a measured value in most plants and can be calculated during the analysis. This temperature is an important parameter and must be known to the operator; because any increase in its value above the designed value will result in severe damage of the turbine vanes. However, its clear in Fig. 6 that, the maximum calculated gas turbine inlet temperature is 1205 ^{o} C which is lower than the maximum permissible design value of the plant (General Electric Company, 1979- 1990). It may be also remarked in Fig. 6 that, both gas turbine inlet and exit temperatures increase with the load increased.

Figure 7 presents the variation of the gas turbine air flow, combustion chamber air to fuel ratio, and excess air with the load. It is clear in this figure that, the air flow rate increases with the load; this is because of the practical limitations of the gas turbine inlet and exit temperatures. In addition, the figure indicates that the air to fuel ratio decreases from 108 to 67 with the variation of load from 50 to 100%. Because of that, a dramatic decrease in excess air occurs with the load increase, which is expected to increase the first law efficiency of the cycle.

Figure 8 shows the effect of load variation on the first law efficiency of gas turbine cycle components. The figure highlights that the load increase causes a slight increase in the combustion chamber efficiency, a remarked increase in the gas turbine efficiency, and a significant decrease in the compressor efficiency.

Effect of load variation on the first law efficiency of the steam turbine cycle components is given in Fig. 9. The figure shows that the load increase causes a large increase in the steam turbine efficiency and a slight increase in both HRSG and condenser efficiency.

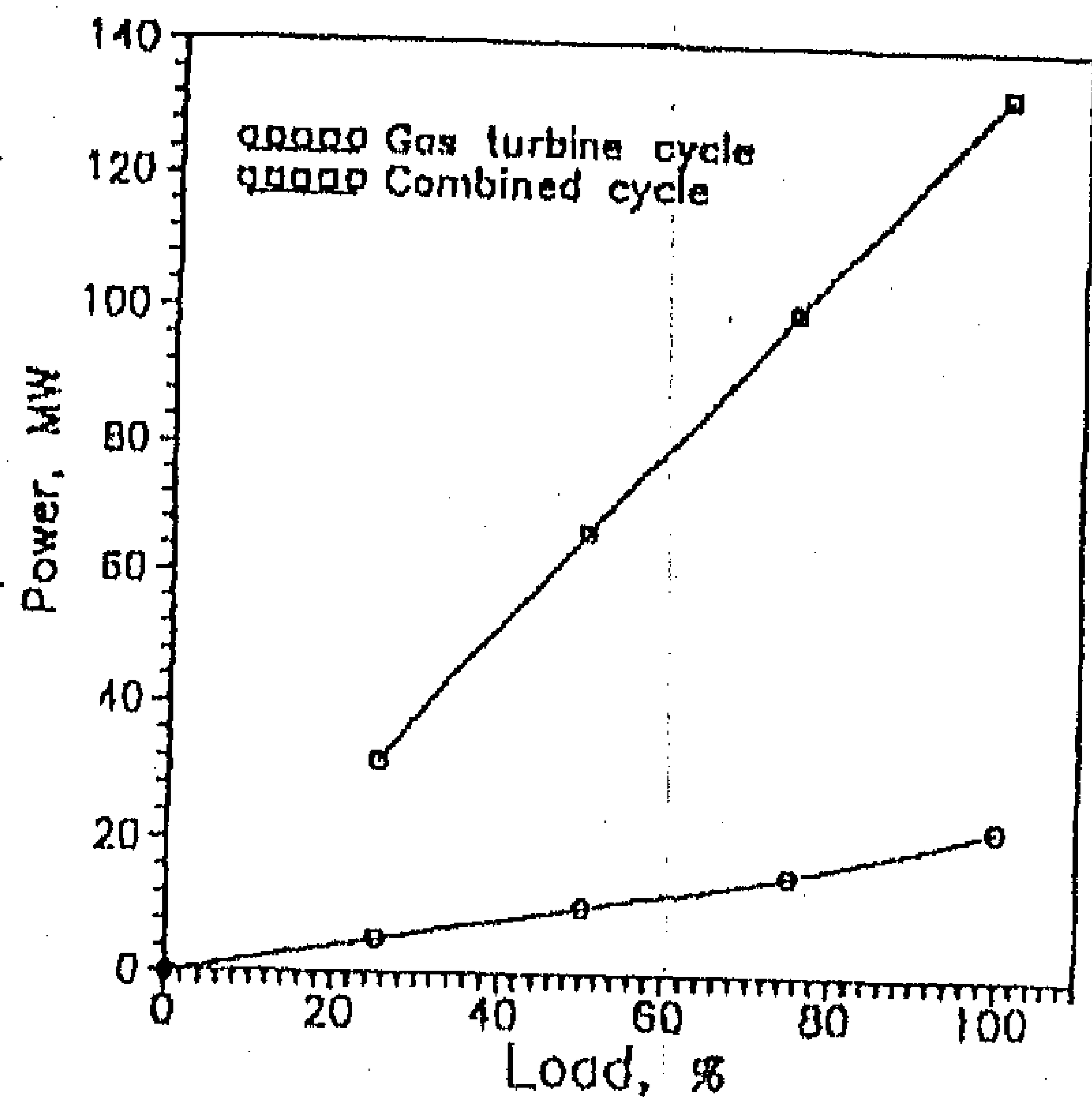


Fig. 4 Effect of Load variation on the gas trbine cycle and combined cycle power

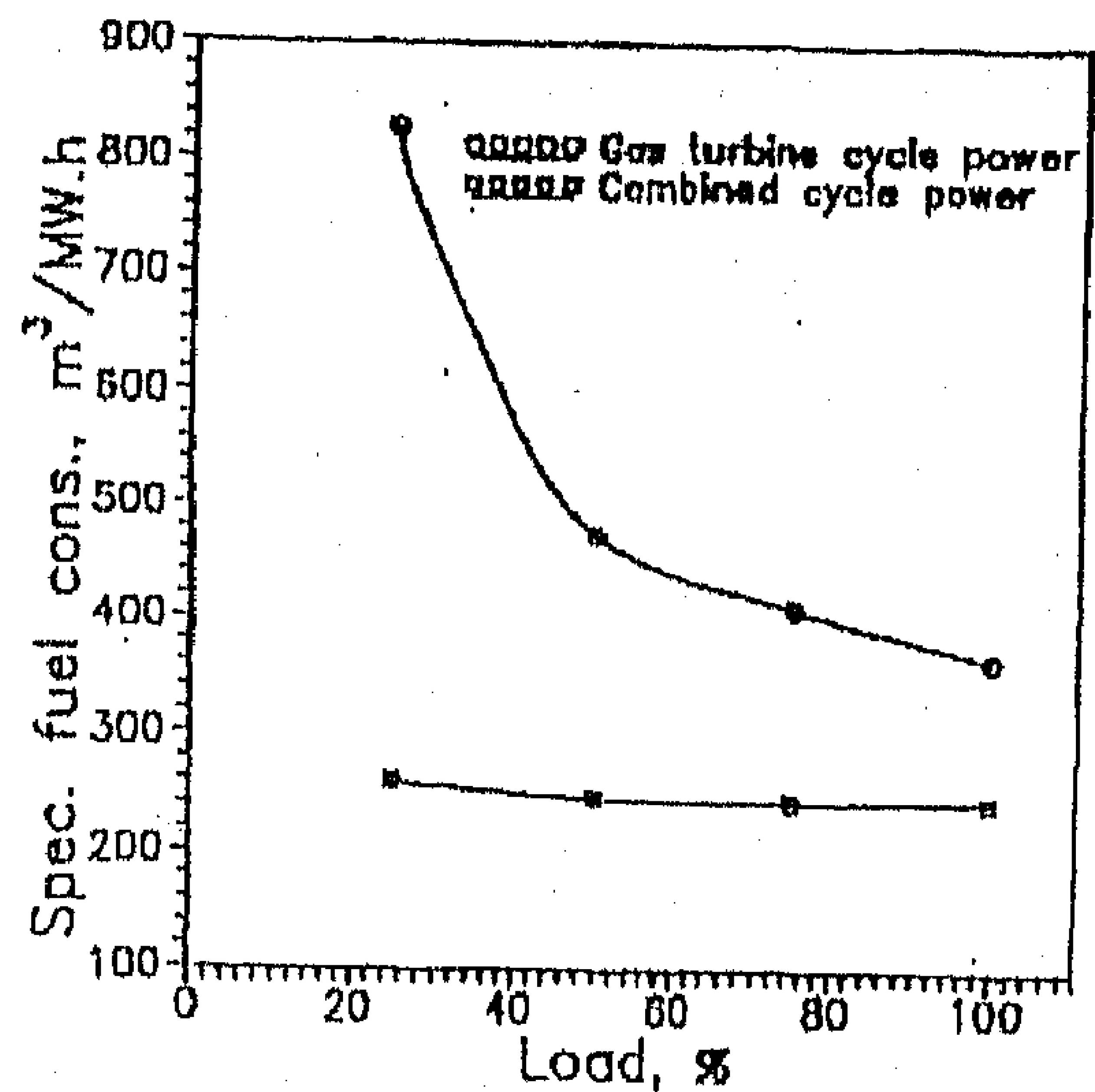


Fig. 5 Load variation effect on the gas trbine cycle and combined cycle specific fuel consumption

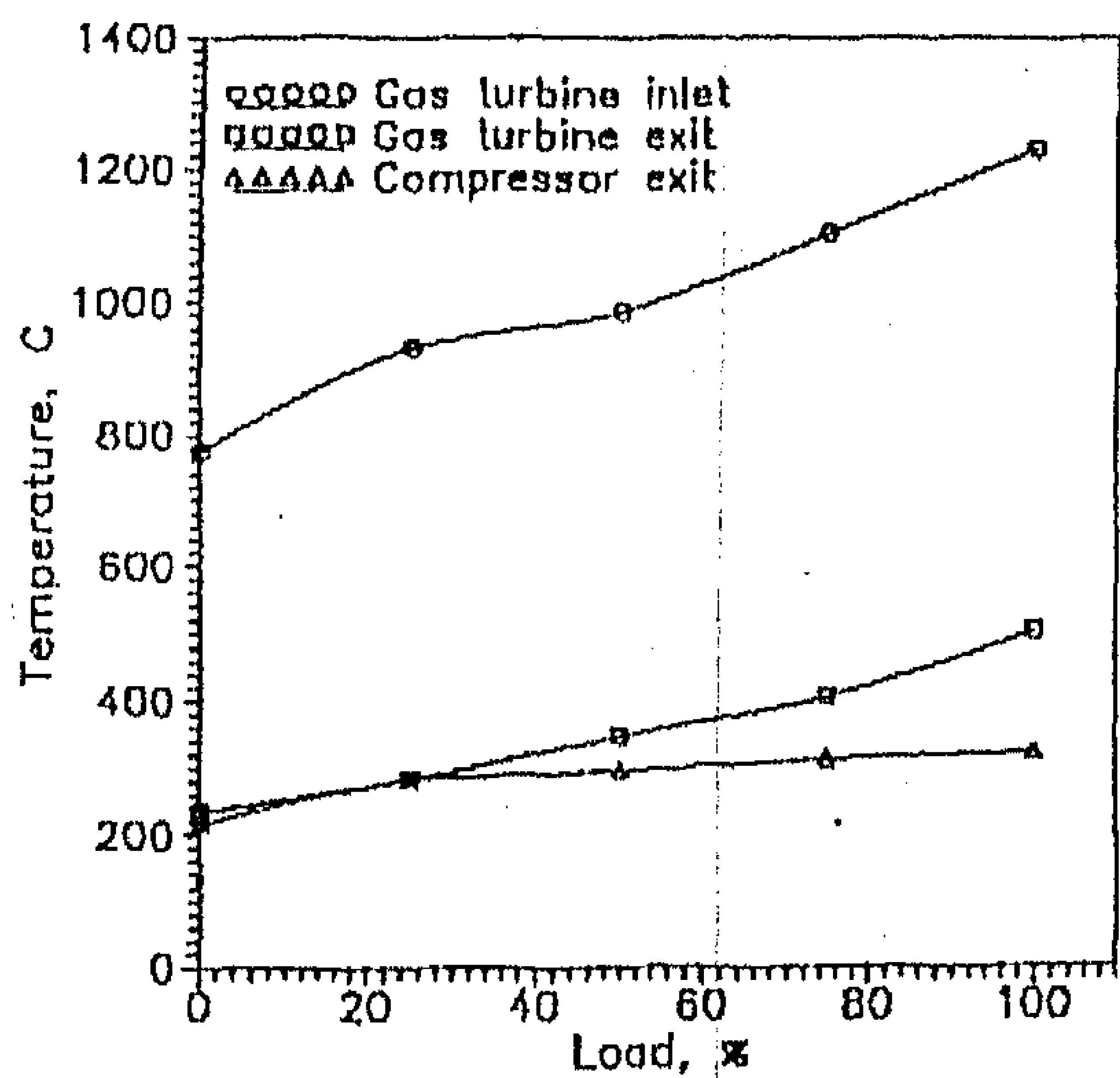


Fig. 6 Behavior of the inlet and exit gas turbine and compressor exit temperature with load variation

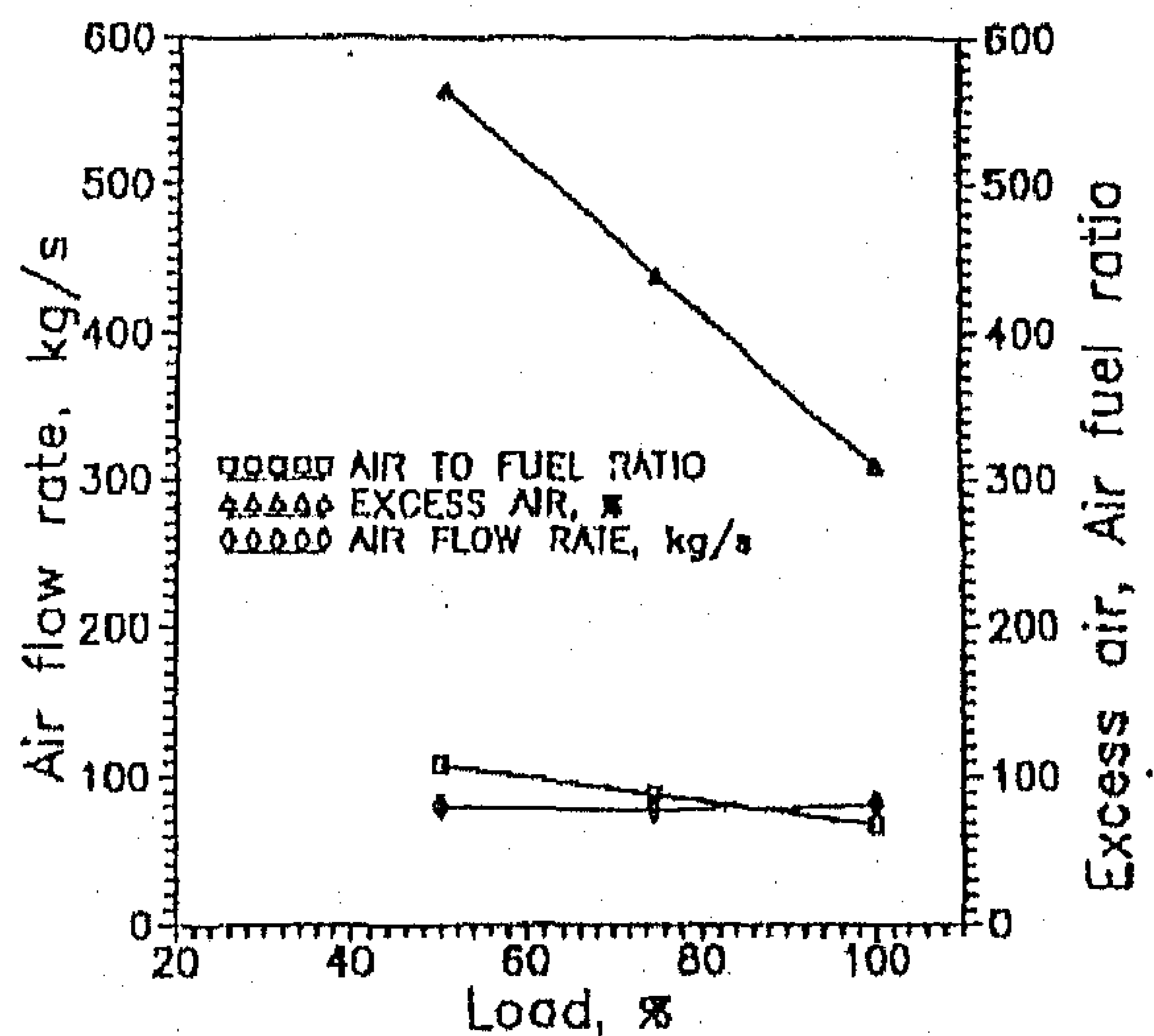


Fig. 7 Influence of Load variation on the air fuel ratio, air flow rate and excess air

3.2.2 Second Law analysis of the cycle and its components

The second law analysis of the combined cycle under investigation includes the determination of both exergy loss and second law efficiency for each cycle component individually. In addition, the overall second law efficiency for gas turbine cycle and combined cycle at various loads are determined.

3.2.2.1 Exergy loss

The exergy losses of the gas turbine cycle components at different loads are presented in Fig. 10. It is clear in this figure that the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber while the minimum exergy loss occurs in the gas turbine. The increase in exergy loss in the combustion chamber comparing with other cycle components may be attributed to the mixing of different components (air +fuel), the high temperature difference between the products and the reactants, and the high friction loss. Effect of load on the exergy loss in the gas turbine cycle components is clear also in Fig. 10. It may be noted that, for combustion chamber and gas turbine, the exergy loss increases with the load increase. In other hand, the exergy loss in the compressor initially increases from 3.28 to 4.18 MW with the change of load from 50 to 75% and then decreases from 4.18 to 3.77 MW with the change of load from 75 to100%. This decrease in the exergy loss may be attributed to the decrease of entropy generation in the compressor with the increase of load.

Figure 11 presents the exergy losses of the steam turbine cycle components at different loads. It is remarked in this figure that the maximum exergy loss occurs in the heat recovery steam generator (HRSG) while the minimum exergy loss occurs in the condenser. Effect of load on the exergy loss in different cycle components is given also in Fig. 11. The exergy loss in the HRSG increases with the load increase; this is due to the increase of both the exergy generated from exhaust gasses and steam. The exergy loss in the steam turbine increases from 5.43 to 9.18 with load from 25 to 100%. This increase is due to the presence of both vapor and liquid in the steam turbine, which causes higher internal and external friction and produces higher entropy generation.

3.2.2.1 Second law efficiency

Figure 12 shows the second law efficiency of gas turbine cycle components at different loads. The figure indicates the 2nd law efficiency of the gas turbine is the highest of all the cycle components. This is due to the decrease of exergy loss in gas turbine relative to other cycle components. The 2nd law efficiency of the combustion chamber is the lowest; this is due to the high value of exergy loss in the combustion chamber. Figure 12 shows also effect of load variation on the 2nd law efficiency of the gas turbine cycle components. The compressor 2nd law efficiency increases from 88.5 to 89.45% with the increase of load from 50 to 100%; this is caused by the decrease of entropy generation with change of exit temperature with the increase of the exergy available of compressor. The efficiency of combustion chamber changes from 54.67 to 61.79% with the increase of load from 50 to 100%.

Figure 13 shows the second law efficiency of steam turbine cycle components at different loads. The HRSG has the highest efficiency while the steam turbine has the lowest efficiency. The high value of the HRSG efficiency is because the exergy expanded in HRSG increases due to the higher inlet temperature of the gasses. The steam turbine second law efficiency increases with the increase of load from 50 to 100%. This increase is due to the increase in exergy loss from 62 to 82%.

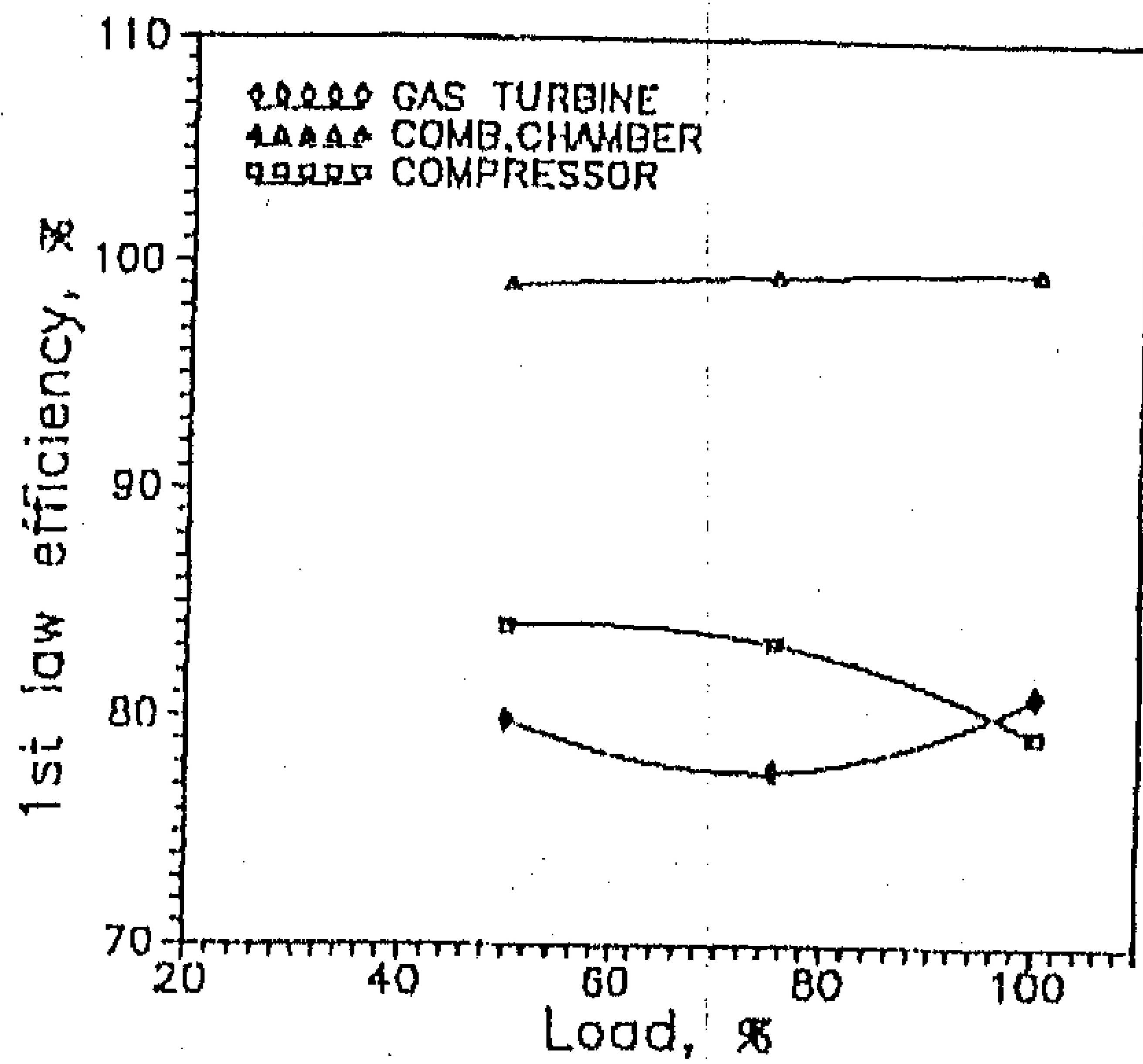


Fig. 8 Behavior of the first law efficiency of gas cycle components with load variation

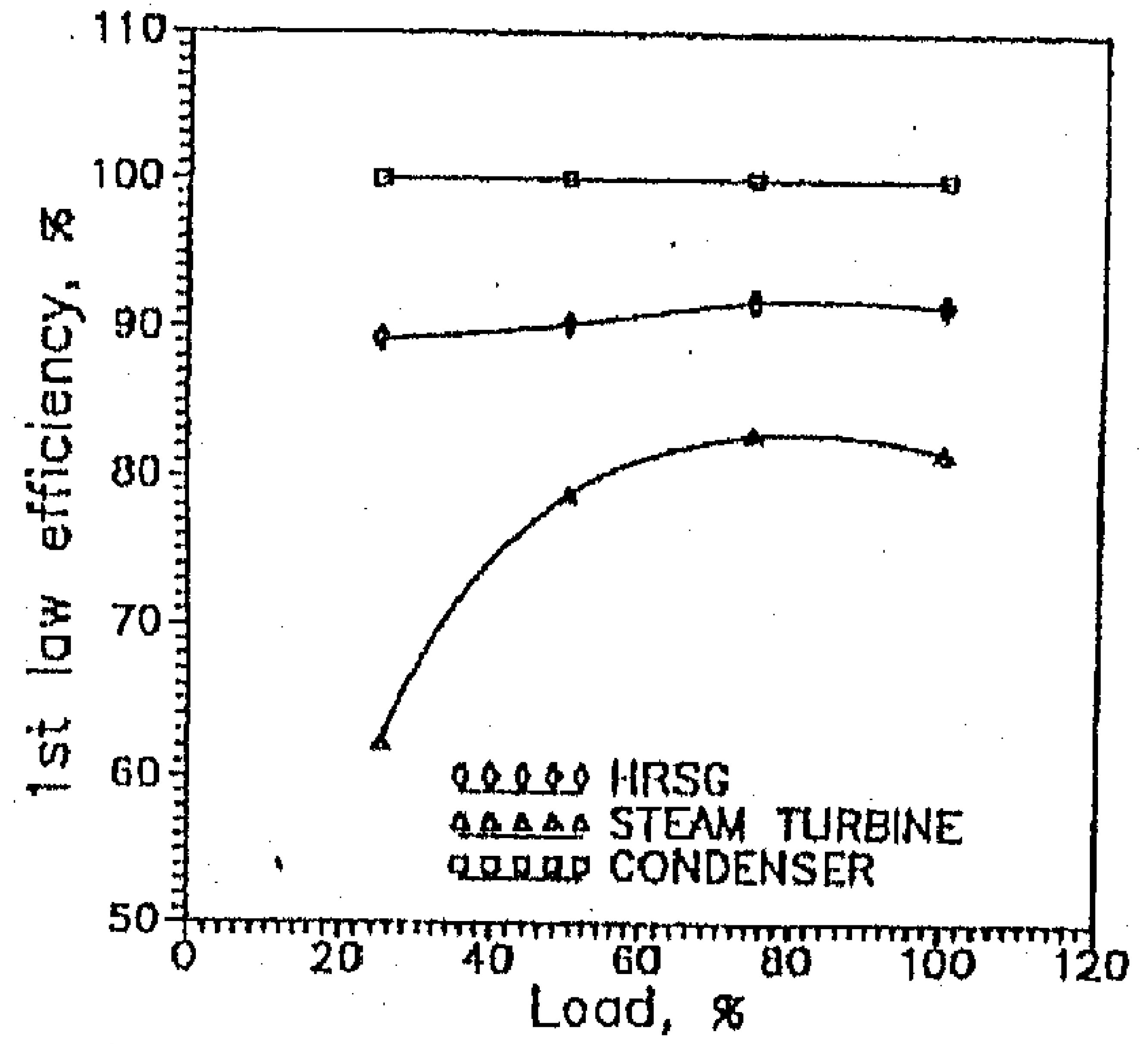


Fig. 9 Influence of Load variation on the1st law efficiency of steam cycle components

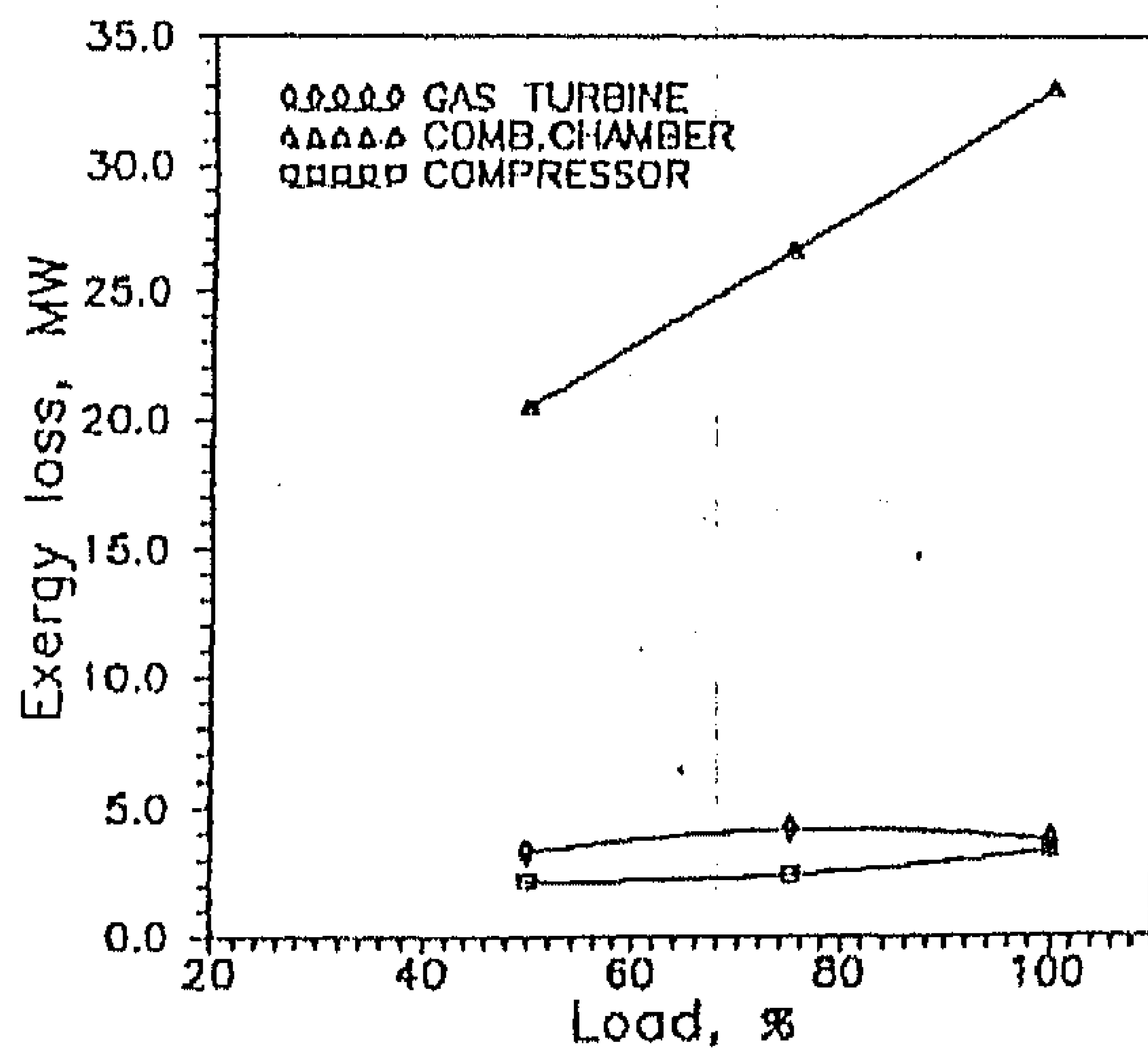


Fig. 10 Exergy loss variation of the gas turbine cycle components with the variation of load

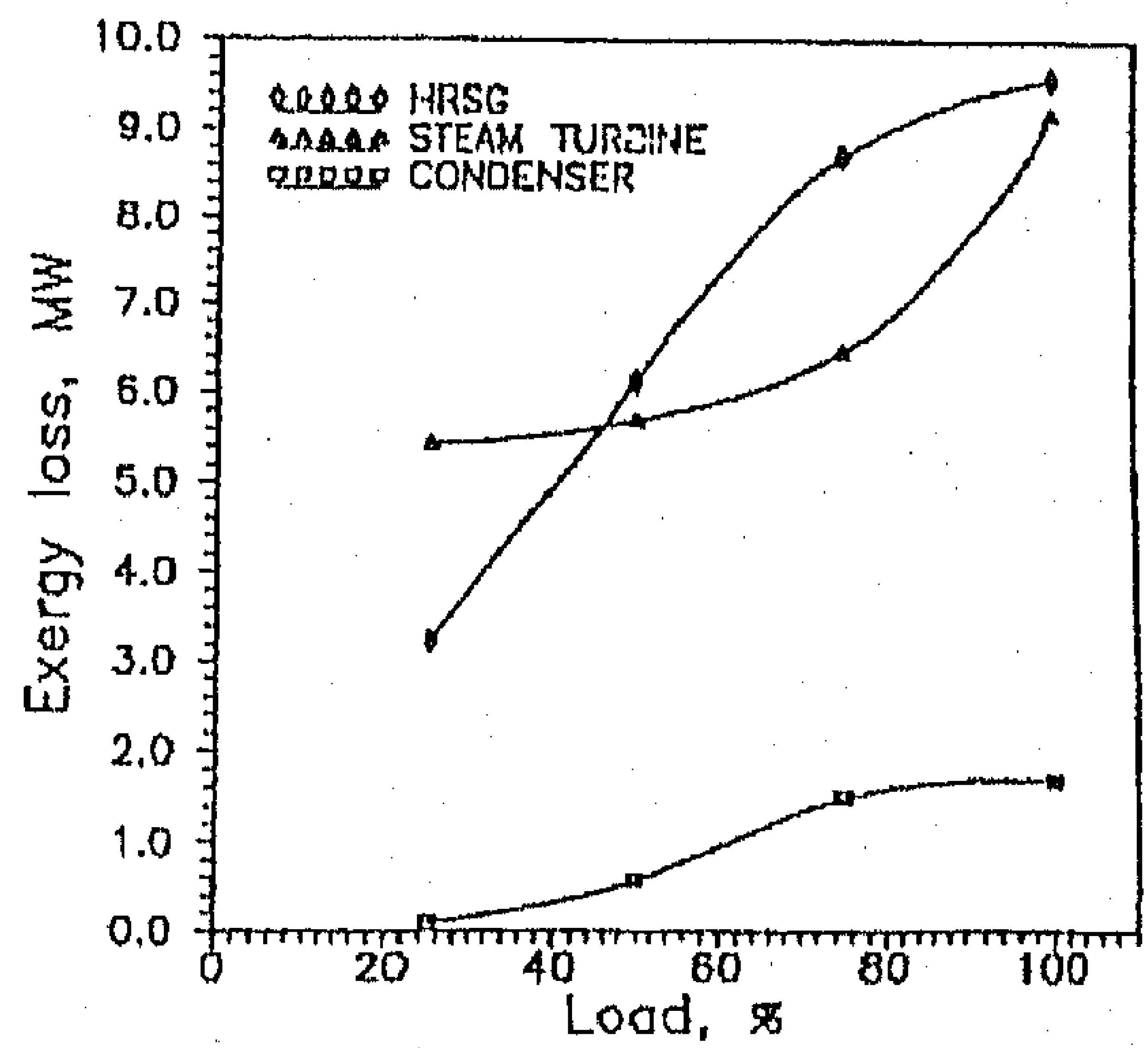


Fig. 11 Effect of Load variation on the exergy loss of steam cycle components

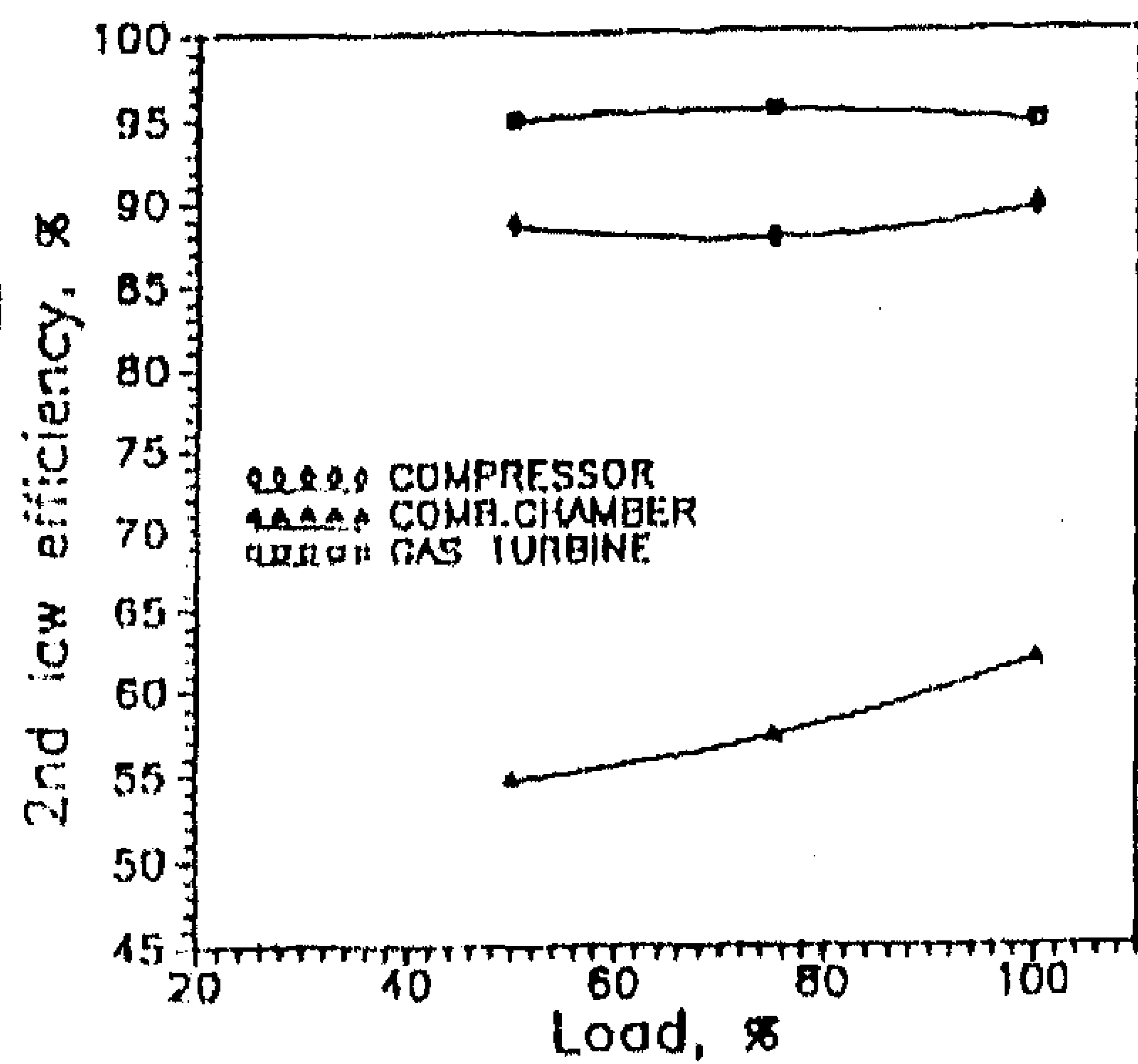


Fig. 12 Influence of load variation on the 2nd law efficiency of the gas cycle components

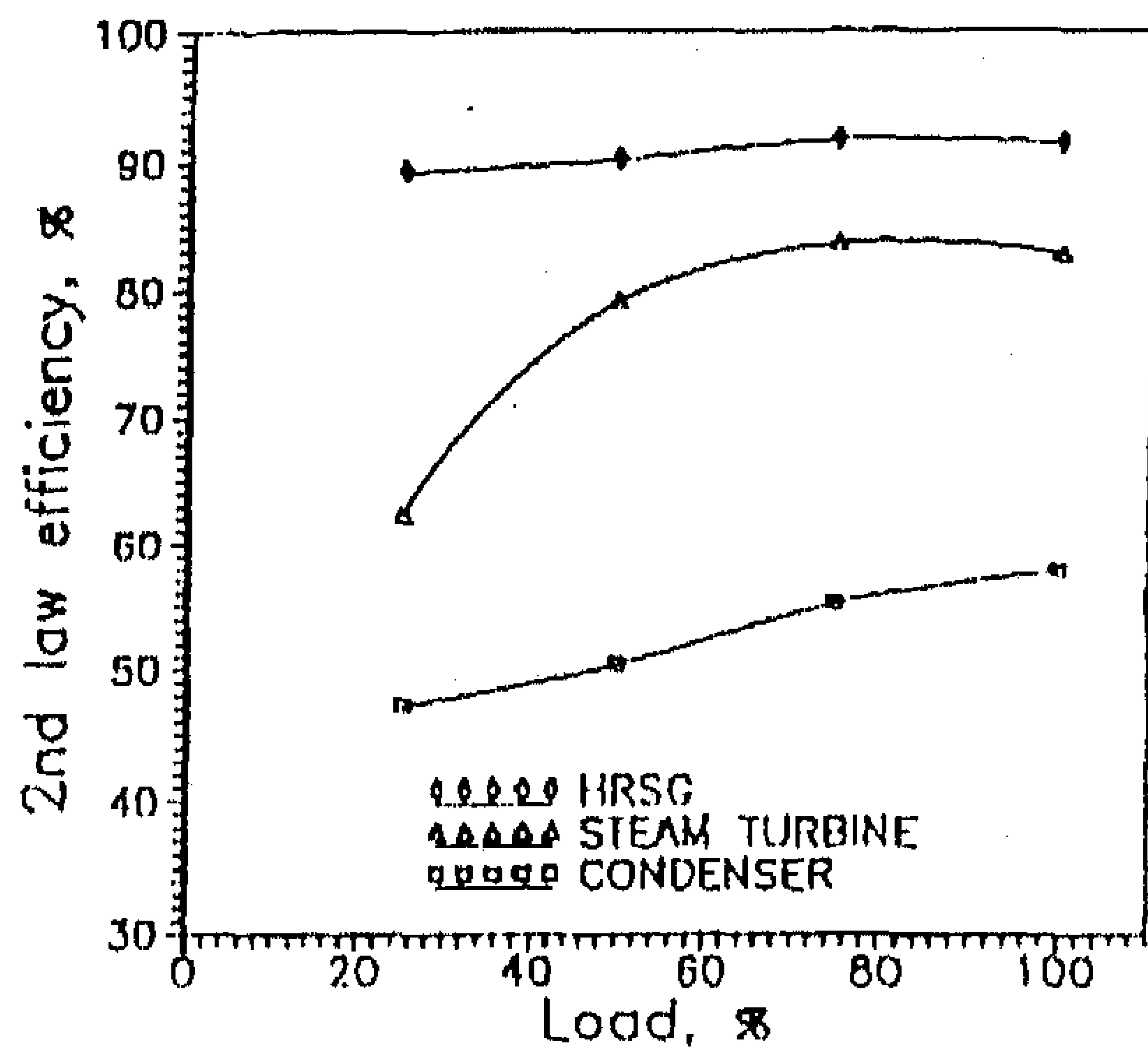


Fig. 13 Effect of Load variation on the 2nd law efficiency of the steam cycle components

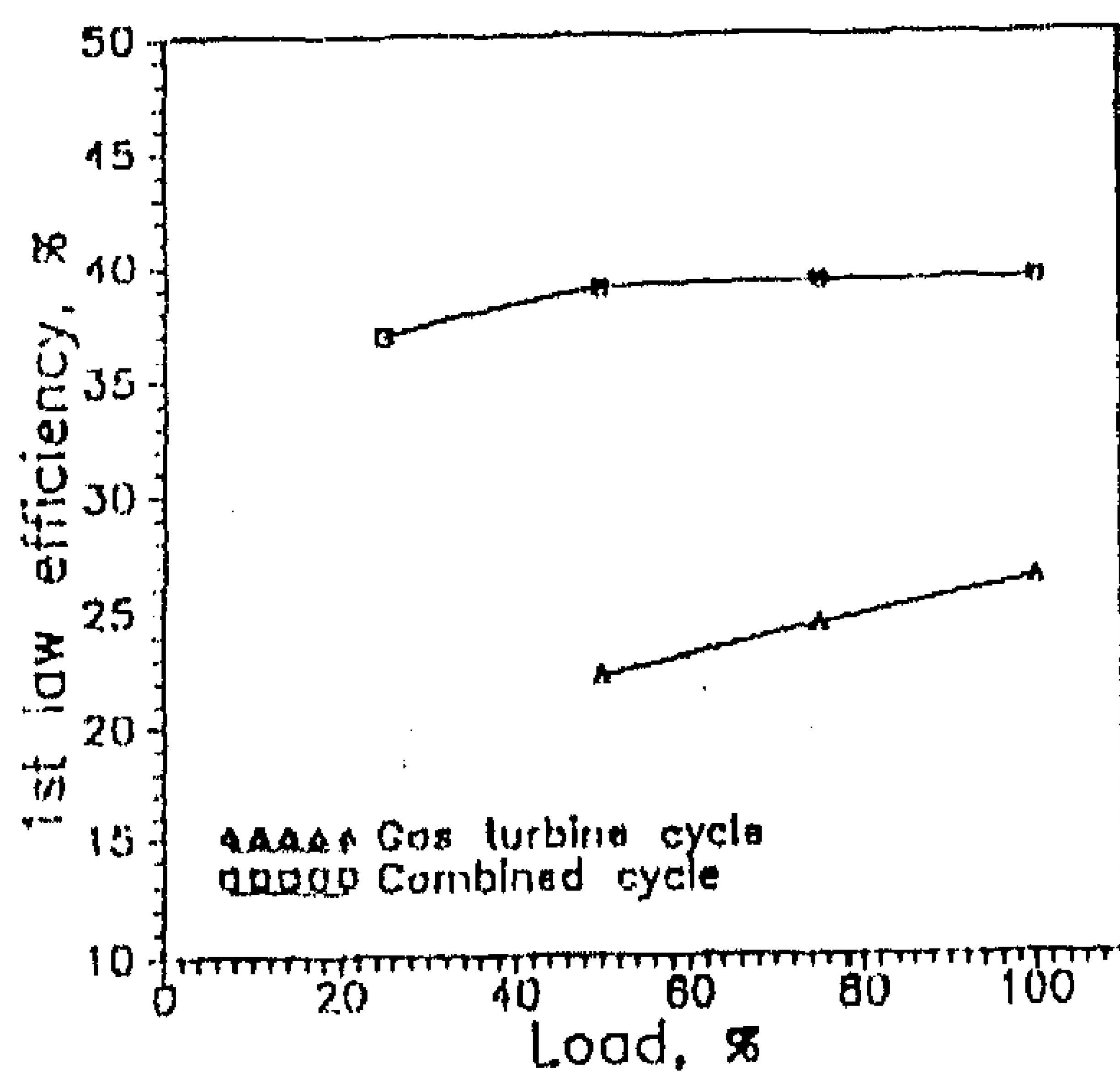


Fig. 14 behavior of the 1st law efficiency of gas and combined cycles with load variation

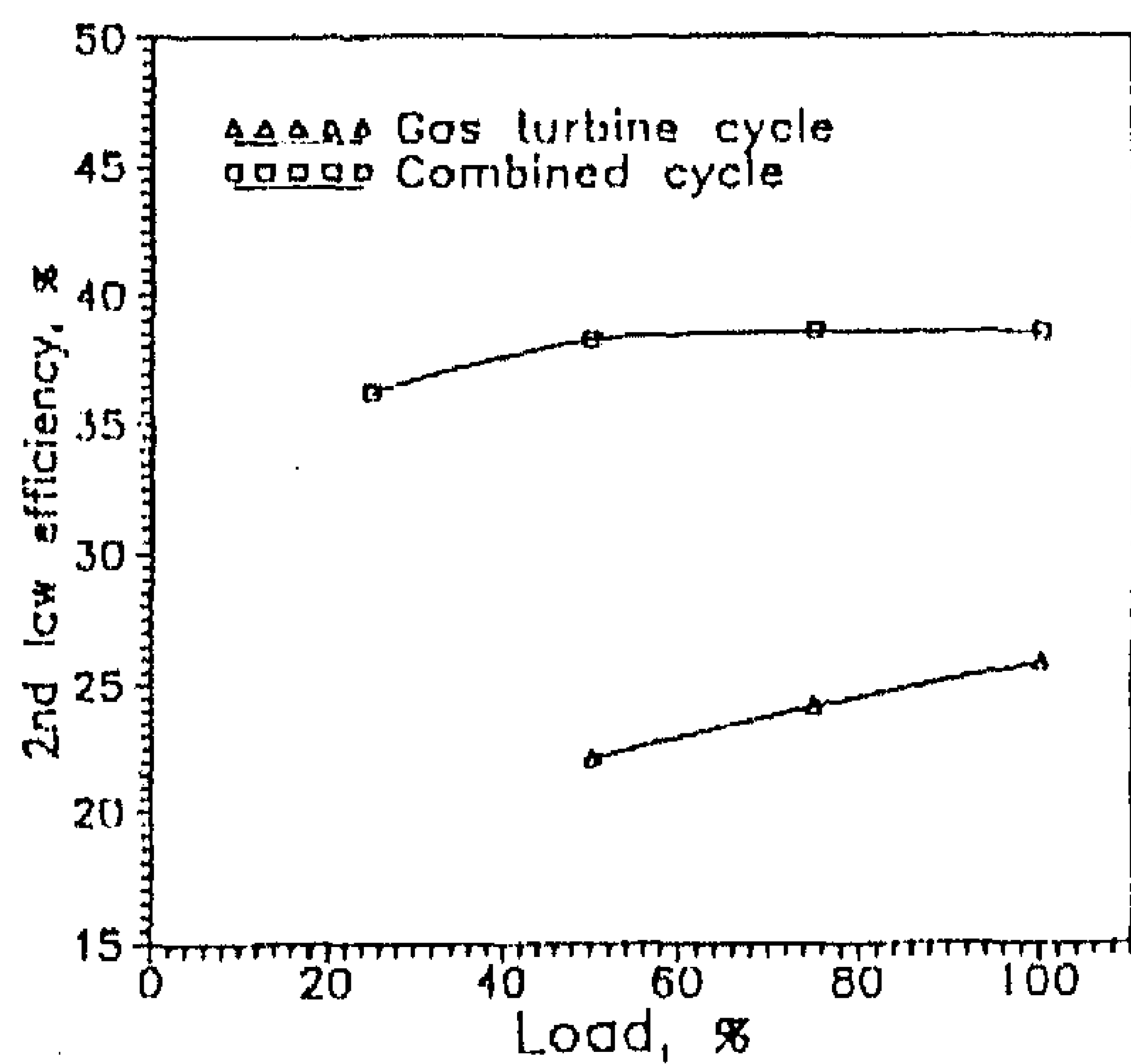


Fig. 15 2nd law efficiency variation of gas and combined cycles with load

The overall first law thermal efficiency and the overall 2nd law efficiency for gas turbine cycle and combined cycle at various loads are shown in Figs. 14 and 15. The thermal efficiency of the combined cycle is 13% higher than the gas turbine plant, and the second law efficiency is increased by 14% by using the combined cycle.

4. CONCLUSIONS

As a result of this study the following principal conclusions are obtained.

1. For the gas turbine cycle components, the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber; about 38.5% of the exergy expanded at the base load. The minimum exergy loss occurs in the compressor and turbine; it is nearly 4% and 4.2% respectively. The 2nd law efficiency of the turbine is 95%; its the highest value of the gas cycle components. The second law efficiency of combustion chamber is the lowest value and is changed from 54.67 to 61.79 % with the increase of the load, from 50 to 100%. The compressor second law efficiency remains nearly constant at 89%.
2. For the steam cycle components, the maximum exergy loss occurs in the HRSG, and the minimum occurs in the condenser. The exergy loss of the steam turbine increases from 5.43 to 9.18 MW corresponding to 25 – 100 % load variation. The compressor consumes about 50 to 66 % of gas turbine power against a load reduction from 100 to 50 %. The highest second law efficiency in the steam cycles is 89% and occurs in the HRSG. The lowest second law efficiency occurs in the steam turbine and it increases from 62 to 82% with the increase of load from 50 to 100%. While, the lowest first law efficiency occurs at the low-pressure steam turbine and is affected with the load variation; it is increased from 62 to 65% with the increase of load from 50 to 100%.
3. For the combined cycle, the integration of the steam cycle to the gas turbine cycle caused 14 % increase in the overall 2nd law efficiency and 13 % increase in the overall thermal efficiency for the plant.

REFERENCES

1. El-Agouze, E., Mahgoub, M. M., Gad, H. E, and Awad, M. M, 1999, "Exergy Analysis of Thermal Power Plant for Constant and Sliding Pressure Modes," The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering (MICATE), PP, 256-269, 16 March.
2. El-Masri, M. A., 1987, "Exergy Analysis of Combined cycles: part 1- Air Cooled Brayton Cycle Gas Turbines," ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 109, PP.228-236.
3. El Kady, M. S., Abdel Salam H. A., Mahgoub M. M., and Fahmy, W.F., 2000, "Generalized Computer Program For Predicting The Performance of Combined Cycles Power Plants", accepted for publication in Mansoura Engineering Journal.
4. Chin, W. W. and El-Masri, M. A., 1987, "Exergy Analysis of Combined cycles: part 2: Analysis and Optimization of Two-Pressure Steam Bottoming Cycles", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 109, PP.237-242.
5. Habib, M. A., 1991,"First and Second Law Analysis of Steam Turbine Cogeneration Systems", ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol.113, pp.15-19.
6. General Electric Company, 1979-1990, "Operation and Maintenance Manual", Vol. 113, pp. 15-19.

7. Najjar, S.H., 1999, "Efficient Use of Energy by Utilizing Gas Turbine Combined Systems", The Third Jordanian Mechanical and Industrial Engineering Conference, pp. 1-32, Amman, Jordan 9-12 May 1999.
8. Shalaby, M. A., Bekhiet, M. M., and El-Sady, A. S., 1999, "Second Law Analysis at Part Load and Off-Design Conditions of Dammitta Combined Cycle power Plant," The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering (MICATE), pp. 303-318, March 1999.
9. Sorour, M. M., April 1995, "Combined Cycles", 2nd Alexandria International Conference on Heat Exchangers, Boilers, and Pressure Vessels," Vol. 2, pp. 362-375.
10. Toole, F.O., and Macgorven, J.A., 1990, "Some Concepts and Conceptual Devices for Exergy Analysis", Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Proc. Inst. Mech. Engrs., Vol. 204, pp. 329-340.
11. Wylen, G. V., Sonntag, R., and Borgnakke C., 1996,"Fundamentals of classical thermodynamics", John Wiley and Sons.

Table I Gas turbine cycle experimental measured data

Parameter	Load				
	0%	25 %	50 %	75 %	100 %
Gas turbine net power, MW	0	5	10	15	22.3
Compressor inlet temp., °C	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
Compressor outlet temp., °C	216	281	295	312	322
Compressor outlet press., bar	6.75	7.3	7.6	8.1	8.75
Gas turbine outlet temp., °C	250	284	346	405	502
Fuel flow rate, m^3/hr	2956.5	4139.1	4730.4	6142.4	8131.5

Table II steam turbine cycle experimental measured data

Parameter	Load			
	0	25 %	50 %	100 %
Steam turbine power, MW	9	21.5	33	44
Mass flow rate of feed water pump, ton/hr	45	90	137	182
Pressure of superheated steam, bar	18.6	18	26	35.2
Pressure of high pressure drum, bar	26.5	27.5	33	40
Pressure of low pressure drum, bar	1.5	1.54	1.6	2.02
Condenser pressure, mm. Hg	34	43	56	75
Pressure of feed water pump, bar	60	60	60	60
Temperature of low pressure drum, °C	120	120	125	136
Temperature of superheated steam, °C	466	463	465	468
Condensate outlet temperature, °C	22	31	43	47
Condensate outlet pressure, bar	12.3	11.4	10.5	9.5
Cooling water inlet temperature, °C	,23.1	23.1	23.1	23.1
Cooling water outlet temperature, °C	28	29	30	34
Cooling water flow rate, ton/hr	11300	11300	11300	11300
Stack inlet temperature, °C	500	498	499	500
Stack outlet temperature, °C	166	167	172	182
Stack outlet pressure, bar	1.004	1.004	1.004	1.004

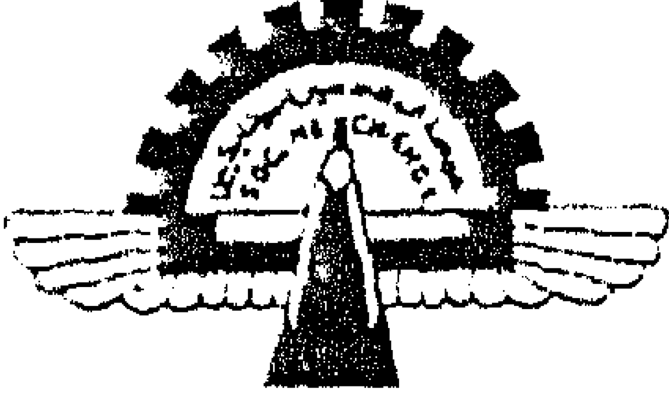
Table III gas turbine cycle computer program results

Parameter	Load		
	50%	75 %	100 %
Gas turbine power, MW	39.779	50.317	59.879
Compressor power, MW	28.582	33.910	35.770
Net power, MW	11.197	16.407	24.109
Gas turbine inlet temperature, °C	965	1066	1205
Heat added to combustion chamber, MJ/s	45.281	61.685	84.913
Air flow rate, Kg/sec	100.79	111.36	116.7
Air to fuel ratio, -	108	88	67
Percentage excess air, %	563	438	309
Exergy loss of compressor, MW	3.283	4.182	3.771
Exergy loss of combustion chamber, MW	20.488	26.566	33.03
Exergy loss of gas turbine, MW	2.167	2.428	3.403
Chemical exergy of the fuel, MW	45.202	62.192	86.427
Isentropic efficiency of compressor, %	79.823	77.695	80.979
Isentropic efficiency of gas turbine, %	84	83.252	79.271
First law efficiency of combustion chamber, %	99	99.45	99.7
Second law efficiency of compressor, %	88.513	87.66	89.456
Second law efficiency of combustion chamber, %	54.676	57.283	61.79
Second law efficiency of gas turbine, %	94.832	95.396	94.621

Table IV steam turbine cycle computer program results

Parameter	Load			
	25%	50%	75%	100%
Exergy loss of HRSG, MW	3.218	6.119	8.702	9.578
Exergy loss of steam turbine, MW	5.434	5.687	6.454	9.185
Exergy loss of condenser, MW	0.1	.57	1.487	1.685
Isentrobic efficiency of steam turbine, %	62.163	78.736	82.789	81.68
First law efficiency of HRSG, %	89.23	90.217	91.77	91.751
Second law efficiency of HRSG, %	87.914	88.47	88.88	90.82
Second law efficiency of steam turbine, %	62.35	79.08	83.611	82.73
Second law efficiency of condenser, %	47.2	50.32	55.23	57.8
Overall first law efficiency, %	36.84	38.89	39.194	39.194
Overall second law efficiency, %	36.21	38.24	38.53	38.529

جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

3/8

تقنيات التحكم في انبعث محطات القوي الكهرباذية

م/ احمد طه هاشم
م/ سامي قطيط

تقنيات التحكم فى انبعاث محطات القوى الكهربائية

م/ احمد طه هاشم م/ سامى قطيط
شركة كهرباء الاسكندريـــــــة

ملخص

كان الهدف الرئيسى للعاملين فى مجال توليد الكهرباء هو انتاج الطاقة الكهربية بأقل تكلفة ممكنة ، اما اليوم فقد اضيف الى هذا الهـــدف هدف هام ورئيسى واساسى الا وهو تلبية متطلبات حماية البيئة ، لذا فقد وجب على مسئولى ومشغلى محطات توليد الكــهرباء الالمــام بالمعلومات الكافية عن انواع وخصائص ومستوى الملوثات التى تصدر من محطات الكهرباء وعن طرق القياسات المختلفة وكيفية التحكم فى الانبعاثات لتصبح فى الحدود القياسية التى تسمح لها قوانين البيئة بغرض توفيق الاوضاع حتى لاتخضع محطة القوى الكهربية لمخالفــة قوانين البيئة حيث تكون اما غرامة مالية او مخالفات اخرى قد تصل الى حد اغلاق المحطة.

وفى هذه الورقة سوف نلقى الضوء على :

- مصادر الانبعاثات المختلفة فى محطات توليد الكهرباء تبعاً لنوع الوقود
- أنواع الانبعاثات المختلفة
- طرق التحكم فى انبعاثات الغازات الصادرة من محطات توليد الكهرباء
- مقارنة مستوى الانبعاثات بالحدود القياسية الدولية والمحلية.

مقدمة

منذ ان ظهرت قوانين حماية البيئة فى عام ١٩٨٣ قامت الحكومات فى العالم بوضع حدود قياسية للانبعاثات الملوثة للبيئة مما دفع الوحدات الصناعية الى تركيب وحدات تخفيض الانبعاثات او استخدام اى وسيلة اخرى لتخفيضها لتكون فى الحدود المسموح بها .

ولكن تشغيل محطات القوى الكهربائية بطريقة تؤدى الى تقليل الانبعاثات الصادرة منها لتكون فى الحدود المسموح بها يقلل من المرونــة التى يتمتع بها المشغل هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى فإن تركيب أجهزة ومعدات للتحكم فى الانبعاثات يضيف أعباء مالية الى تكلفــة المحطة مما يزيد من التكلفة الثابتة لها وهذا يعتبر وضع غير مرضى لمنتجى الطاقة ولكنه ضرورى لحماية البيئة من الدمار والمحافظــة علــى الصحة العامة للناس وحياتها.

من المسئول عن التلوث الهوائى

النشاط البشرى ليس وحده المسئول عن تلوث الهواء ولكن تقوم الطبيعة أيضا بدور كبير فى إصدار الملوثات مثل الغــازات والأبخرة المتصاعدة من البراكين والحرائق التى تنتشر فى الغابات تأثراً بارتفاع درجة الحرارة أو الصواعق أو النيازك أو أى أسباب طبيعية أخــرى بالإضافة الى الأتربة التى تتطاير بفعل الرياح والأعاصير او الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ، بل إن الطبيعة تتفوق على النشــاط البشرى فى تلويث الهواء ببعض الملوثات مثل أكاسيد النتروجين وثانى أكسيد الكربون والدخان والغبار ويوضح جدول (١) مساهمة كـل من الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية فى تلويث الهواء :

مساهمة محطات توليد الكهرباء فى تلوث الهواء

وباعتبار جدول (٢) نجد ان محطات القوى الكهربية هى اكبر ملوث للبيئة فى اكثر دول العالم تقدماً وتعتبر أمريكا هى اكبر ملوث للهواء بأكاسيد الكبريت SO_x كما انها تساهم بنسبة كبيرة فى تلويث الهواء بأكاسيد النتروجين NO_x والجسيمات.

وهناك ملوث أخر لم يظهر فى الجدول وهو ثانى اكسيد الكربون الذى يزداد تركيزه فى الهواء فقد كان تركيزه ٢٨٠ جزءاً فى المليون قبل الثورة الصناعية وبلغ ٣١٥ جزءاً فى المليون عام ١٩٥٨ وأصبح تركيزه الآن ٣٥٠ جزءا فى المليون وهو يتزايد بمعدل ٠,٤% ســنوياً ومن المتوقع ان يزداد تركيزه ٣٠% فى الخمسين عاما المقبلة.

ومن أسباب زيادة هذا الغاز التوسع الكبير فى حرق الوقود الأحفورى Fossil Fuel من بترول وغاز طبيعى وفحم وخشب سواء للأغراض الصناعية او التعدينية او لتوليد الكهرباء او لإدارة محركات الاحتراق الداخلى فى السيارات والقطارات والسفن وغيرها و إزالة الغابات الطبيعية التى تمتص هذا الغاز وتحقق التوازن البيئى علاوة على إنتاجها للأكسجين وتهدئة الأتربة والجسيمات السابحة فى الهواء.

مصادر الانبعاثات فى محطات القوى

تنتج الانبعاثات أساسا من عملية احتراق الوقود فى فرن الغلاية ثم تنطلق الى الجو من خلال المدخنة ، وأهم هذه الملوثات هى أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت التى يشكل ثانى أكسيد الكبريت القسم الأكبر منها ، وأكاسيد النتروجين والجسيمات والهيدروكربونات . ان ثانى اكسيد الكربون نتيجة حتمية للإحتراق الكامل للوقود ، بينما تنتج أكاسيد الكبريت من احتراق الكبريت الموجود فى الوقود السائل أو الصلب أو الغازى . وبالنسبة لأكاسيد النتروجين فتنتج من احتراق الوقود . وتحتوى اكاسيد النتروجين الناتجة من عملية الاحتراق على ٩٠% من اول أكسيد النتروجين والباقى ثانى أكسيد النتروجين ، وبعد مغادرة هذه الغازات للمدخنة يتأكسد معظم أول اكسيد النتروجين فى الجو ويتحول الى ثانى أكسيد النتروجين وهو يظهر على شكل سحابة حمراء بنية اللون عند خروجه من المدخنة. ويبدأ تكون اكاسيد النتروجين الحرارية (Thermal NO_x) عند تأكسد نتروجين الهواء عندما تصل درجة حرارة الفرن حوالى من ١٠٠٠ – ١٢٠٠° م ثم تزيد طردياً بزيادة درجة الحرارة وهذه الحرارة متوفرة فى أفران غلايات محطات القوى ، أما الملوثات الثلاثة الباقية وهى أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات والجسيمات فتنتج من الاحتراق الغير كامل للوقود وهذه الجسيمات تكون على هيئة جزيئات كربون غير محترقة و هناك مصدر آخر للجسيمات وهو المواد غير القابلة للاحتراق التى تكون موجودة فى الوقود ويطلق عليها الرماد (Ash) .

كما تنتج الجسيمات من محطات القوى التى تعمل بالفحم عند نقل الفحم وتداوله وعند الاحتراق الغير كامل له وتكون هذه الجسيمات على هيئة جزيئات كربون غير محترقة.

جدول (١) مساهمة كل من الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية فى تلويث الهواء.

بعض ملوثات الهواء الأساسية التى تدخل فى الغلاف الجوى سنويا	من الأنشطة البشرية	من العوامل الطبيعية
ثانى أكسيد الكبريت	٧٠% (الاحتراق)	٣٠%
أول أكسيد الكبريت	٦٠% (السيارات)	٤٠%
ثانى اكسيد الكربون	٢٠%	٨٠%
اكاسيد النتروجين	٥%	٩٥%
الغبار والدخان	٢٠%	٨٠%
الأمونيا	٤٠%	٦٠%
ثانى كبريتيد الهيدروجين	٥٠%	٥٠%

جدول (٢) مصادر تلوث الهواء (بالمليون طن) فى أمريكا عام ١٩٦٥

المصدر	اول اكسيد الكربون	اكاسيد الكبريت	الهيدروكربونات	أكاسيد النتروجين	الجسيمات
السيارات	٦٦	١	١٢	٦	١
الصناعة	٢	٩	٤	٢	٦
محطات القوى الكهربية	١	١٢	١	٣	٢
أغراض التسخين	٢	٣	١	١	١
التخلص من النفايات	١	١	١	١	١

وباعتبار جدول (٣) الذى يبين العناصر المكونة لأنواع الوقود المختلفة المستخدمة فى محطات توليد الكهرباء ومقارنتها بالعناصر المكونة للملوثات المذكورة سابقاً.

والجدير بالذكر أن إحتراق طن واحد من الوقود إحتراقاً كاملاً ينتج أضعاف ذلك الوزن من ثانى أكسيد الكربون نتيجة لتفاعل محتوى هذا الوقود من الكربون مع أكسجين هواء الاحتراق أثناء عملية الاحتراق وتأكسده وإذا بحثنا عن الحقيقة نجد ان قطاع الطاقة مسئول عن حوالى ٧٥% من إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون الناتجة من الانشطة البشرية ويوضح جدول (٤) معاملات الانبعاثات لغاز ثانى أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود والمحددة بمعرفة حلقة النقاش الدولية الحكومية حول تغير المناخ **Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC)**

وقد حدد قانون البيئة المصرى رقم (٤) لعام ١٩٩٤ الحدود القصوى لمستوى الانبعاثات من المداخن لمحتوى غازات العادم الشائعة عند درجات الحرارة المختلفة بوحدات جزء فى المليون ppm كما فى جدول (٥).

كما يوضح شكل (١) الانبعاثات المتوقع إنتاجها عام ٢٠٢٠م من جراء حرق الوقود الاحفورى فى عدة مناطق من العالم.

جدول (٣) العناصر المكونة لأنواع الوقود السائل/ الغازى / الصلب

نوع الوقود	العناصر المكونة للوقود		النسبة	
النفط FUEL OIL	كربون	(C_6)	بالوزن	٥٨,٧
	هيدروجين	(H_2)	"	١٠,٥
	كبريت	(S_{16})	"	٢,٨
	أكسجين ونتروجين	$(N_2)(O_2)$	"	٠,٩٢
	رماد	(ASH)	"	٠,٠٨
غاز طبيعى NATURAL GAS	ميثان	(CH_4)	بالحجم	٧٧.٧٣
	ايثان	(C_2H_6)	"	٥,٥٦
	هيدروكربون	(H_2C)	"	٤,٢١
	كبريتات الهيدروجين	(H_2SO_4)	"	٧,٠٠
	ثانى أكسيد الكربون	(CO_2)	"	٥.٥
فحم COAL	رماد	(ASH)	بالوزن	٩,٤٧
	كربون	(C_6)	"	٧٧,٢٩
	هيدروجين	(H_2)	"	٤,٥٩
	أكسجين	(O_2)	"	٥,٦١
	نتروجين	(N_2)	"	١.٧٣
	كبريت	(S_{16})	"	١,٣١

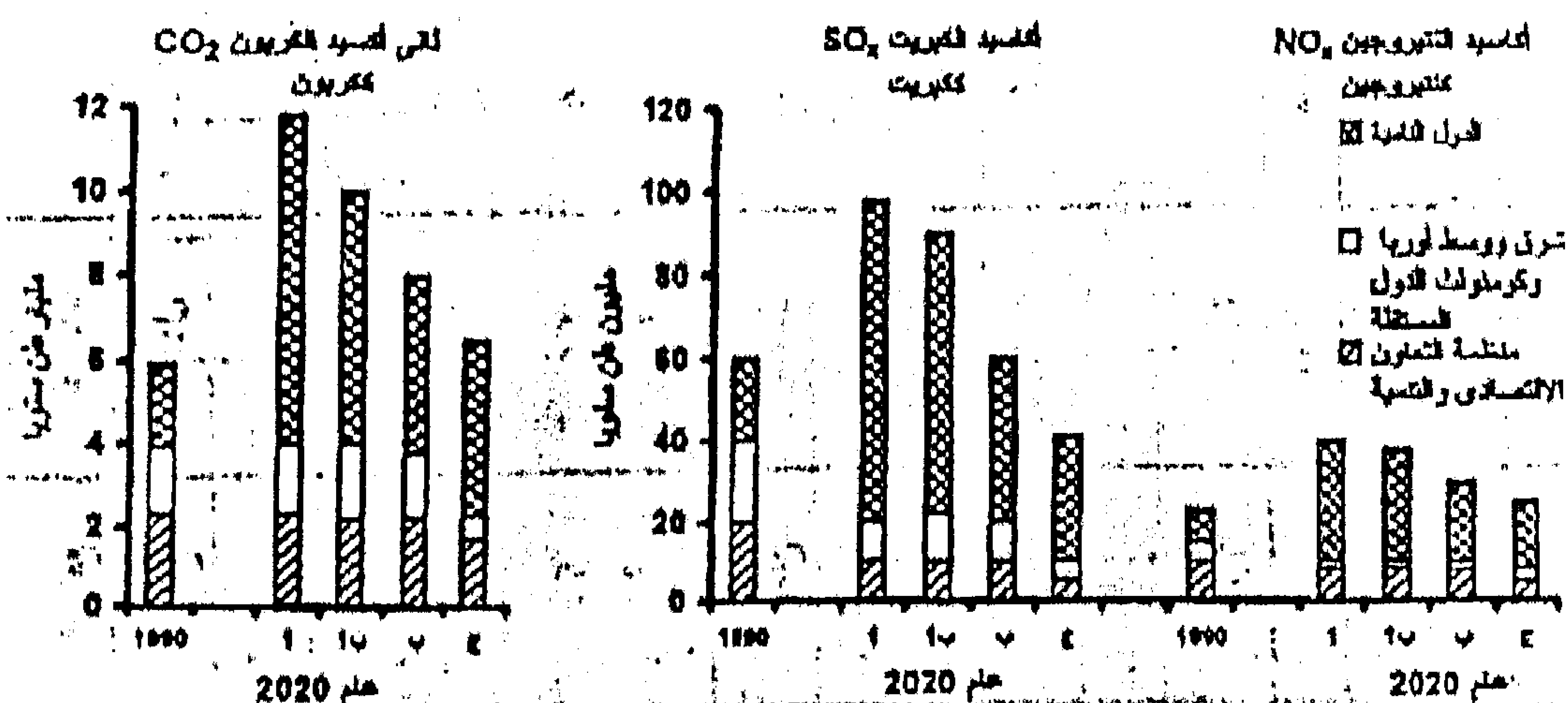
جدول (٤)

معاملات الانبعاثات من غاز ثانى أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود

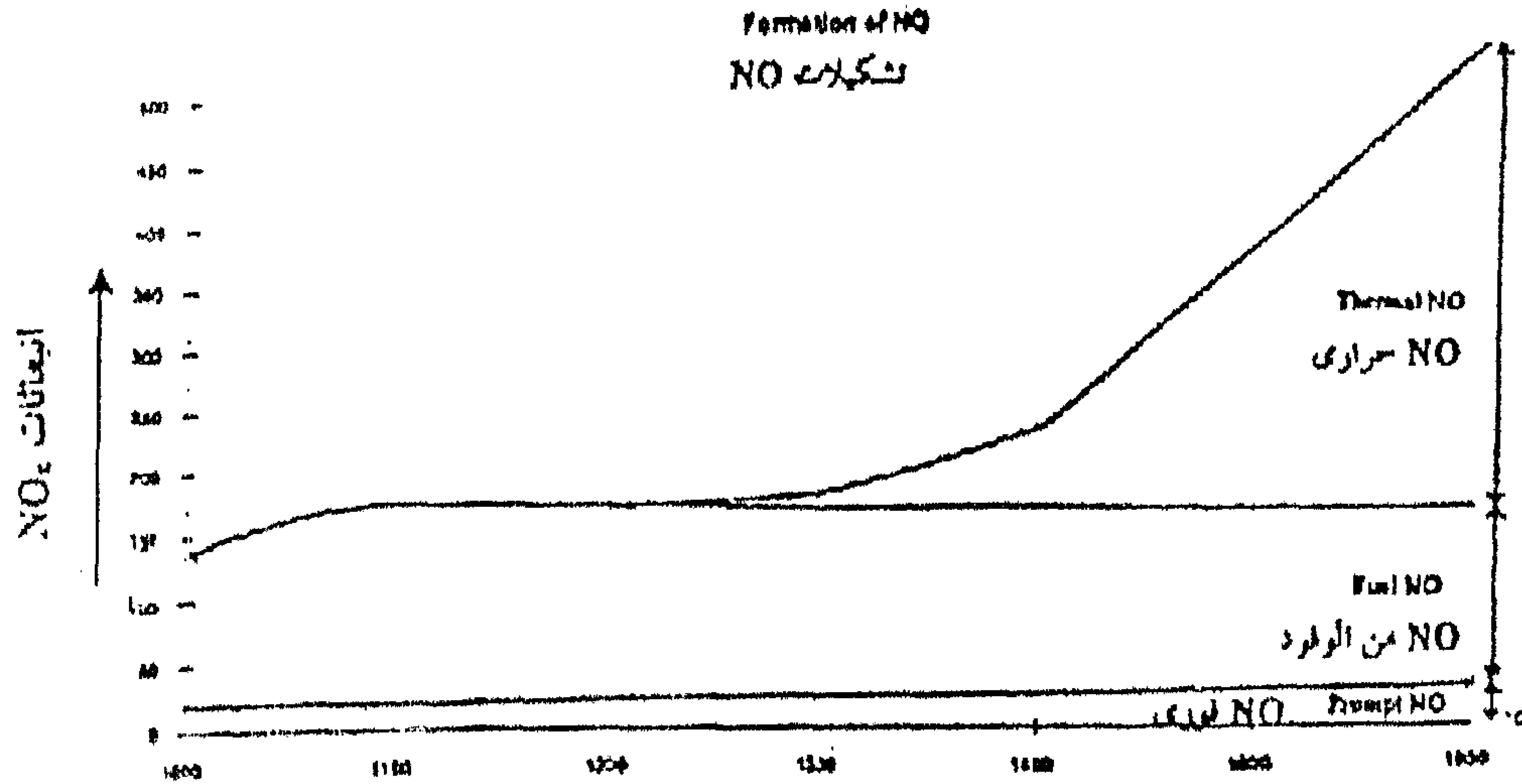
نوع الوقود	طن ثانى أكسيد الكربون / طن
مازوت	٣,١٠٩٤
سولار	٣,٢٠٩٣
غاز طبيعى	٢,٦١١٥

جدول (٥) الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المختلفة بوحدات الجزء فى المليون (PPM)

درجة حرارة العينة Sample Temperature in °C	أول أكسيد الكربون CO	ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أكاسيد النتروجين NO_x
١٤٠	٦٠٥,١	٢١١٥,٨	٢٢١,٤
١٤١	٦٠٦,٦	٢١٢١,٠	٢٢١,٩
١٤٢	٦٠٨,١	٢١٢٦,١	٢٢٢,٥
١٤٣	٦٠٩,٥	٢١٣١,٢	٢٢٣,٠
١٤٤	٦١١,٠	٢١٣٦,٣	٢٢٣,٥
١٤٥	٦١٢,٥	٢١٤١,٤	٢٢٤,١
١٤٦	٦١٣,٩	٢١٤٦.٦	٢٢٤,٦
١٤٧	٦١٥,٤	٢١٥١,٧	٢٢٥,١
١٤٨	٦١٦,٨	٢١٥٦,٨	٢٢٥,٧
١٤٩	٦١٨,٣	٢١٦١,٩	٢٢٦,٢
١٥٠	٦١٩,٨	٢١٦٧,١	٢٢٦,٧
١٥١	٦٢١,٢	٢١٧٢,٢	٢٢٧,٣
١٥٢	٦٢٢,٧	٢١٧٧,٣	٢٢٧,٨
١٥٣	٦٢٤,٢	٢١٨٢,٤	٢٢٨,٤
١٥٤	٦٢٥,٦	٢١٨٧,٦	٢٢٨,٩
١٥٥	٦٢٧,١	٢١٩٢,٧	٢٢٩,٤
١٥٦	٦٢٨,٦	٢١٩٧,٨	٢٣٠,٠
١٥٧	٦٣٠,٠	٢٢٠٢,٩	٢٣٠.٥
١٥٨	٦٣١,٥	٢٢٠٨,٠	٢٣١,٠
١٥٩	٦٣٣,٠	٢٢١٣,٢	٢٣١,٦



شكل (١) الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود الاحفورى



شكل (٢) توزيع تكون او تشكيل Nox عند احتراق الفحم كدالة فى درجة الحرارة

تقنيات التحكم فى إنبعاثات محطات القوى

أولاً : التقنيات المستخدمة فى تقليل أكاسيد النتروجين

تنقسم أكاسيد النتروجين حسب مصدرها الى أكاسيد نتروجين حرارية وأكاسيد نتروجين الوقود فالأولى تنتج من نتروجين هواء الاحتراق والثانية تنتج من نتروجين الوقود كما يمكن تقسيمها حسب مكان تواجدها الى اكاسيد اولية **Primary Nox** وهى التى تتواجد فى فرن الغلاية وأكاسيد ثانوية **Secondary Nox** وهى التى تنطلق الى المدخنة وتتكون الاكاسيد الحرارية لنتيجة التحلل الحرارى لجزيئات لنتروجين الهواء ثم إتحادها مع اكسجين هواء الاحتراق مكونة أكاسيد النتروجين الحرارية. أما اكاسيد الوقود فتتكون نتيجة تحرر ذرات لنتروجين الوقود اثناء عملية الاحتراق ثم اتحادها مع ذرات اكسجين هواء الاحتراق مكونة اكاسيد الوقود ويساهم نتروجين الوقود بنسبة اكبر من اكاسيد النتروجين المتكونة نظراً لأن الطاقة المطلوبة لتحرر نتروجين الوقود تكون أقل من الطاقة المطلوبة لتحلل جزئيات لنتروجين الهواء ، حيث يحتاج تحرر نتروجين الوقود الى ٢٥٠-٦٣٠ ك.جول/ مول بينما يحتاج تحلل نتروجين الهواء الى ٩٤٠ ك جول / مول كما فى شكل (٢) والمول هو الوزن الجزيئى الجرامى وهو عدد جرامات المادة المساوى لوزنها الجزيئى .

وفيما يلى طرق تقليل هذه الأكاسيد:

أ . اجراءات تقليل اكاسيد النتروجين الحرارية

- تقليل حرارة منطقة الاحتراق (حرارة الشعلة)
- تقليل إضطرابات الشعلة **Flame turbulence**
- تقليل شدة الشعلة **Flame intensity**

ب – إجراءات تقليل أكاسيد نتروجين الوقود

(ب١) الإجراءات الأولية لتقليل أكاسيد النتروجين

ويطلق على هذه الإجراءات الأولية أو الطرق الأولية **Primary measures** أو **Primary methods**

ويمكن إجمال هذه الاجراءات فيما يلى :

ب١-١ إختيار وقود ذى محتوى نتروجين منخفض (يمكن الرجوع الى جدول ٣)

ب١-٢ إعادة دوران غازات الاحتراق باستخدام مروحة تقليب الغازات **Recycling Fan** ويطلق على هذه المروحة أيضا مروحة إعادة التدوير **Recirculating Fan** وذلك لتقليل درجة حرارة الشعلة

ب١-٢ استخدام حارقات تقيل اكاسيد النتروجين Low NO_x burners كما ى شكل (٣)

ب١-٤ تقليل درجة حرارة هواء الاحتراق

ب١-٥ الإشعال السفلى للفرن Biased Firing

ب١-٦ إعادة الحرق reburning ويطلق على هده الطريقة أيضا تجزيى الوقود Fuel staging

ب١-٧ تقليل حمل الفرن

ب١-٨ التحكم الدقيق ى كمية الهواء الزائدة

ب١-٩ تجزيى الهواء Air staging

ب١-١٠ حقن الامونيا ى الفرن De-NO_x

ب١-١١ باستخدام تقنية احتراق الطبقة المميعة Fluidized bed combustion

كما يمكن استخدام إجراءين من هذه الإجراءات أو اكثر ى نفس الوقت كالضبط الدقيق لكمية الهواء الزائدة مع إعادة الدوران . فعند انخفاض نسبة الهواء الزائدة من ٥٠% الى ٢٠% مثلاً مع إعادة دوران ٥٠% من غازات الاحتراق فستنخفض اكاسيد النتروجين الناتجة حوالى ٨٠%.

ب٢. إجراءات تقليل اكاسيد النتروجين الثانوية

ويطلق على هذه الإجراءات الطرق الثانوية Secondary methods ويمكن إجمال هذه الإجراءات فيما يلى :

ب٢-١ الطريقة الجافة لتقليل اكاسيد النتروجين

ب٢-١-١ باختيار مادة حفازة Selective catalytic reduction (SCR)

ب٢-١-٢ باختيار مادة غير حفازه Selective non – catalytic reduction (SNCR)

ب٢-١-٣ باختيار مادة حفازة غير مختارة Non – selective catalytic reduction

ب٢-١-٤ بالتخلص من اكاسيد النتروجين والكبريت معاً SNOx كما ى شكل (٤)

ب٢-١-٥ بتسليط اشعة الكترونية Electron Beam Irradiation

ب٢-٢ الطريقة الرطبة لتقليل اكاسيد النتروجين

ب٢-٢-١ الامتصاص بالصودا Soda absorption

ب٢-٢-٢ الامتصاص بهيدروكسيد الماغنسيوم $Mg(OH)_2$ absorption

ب٢-٢-٣ الاكسدة بالاوزون Ozone Oxidation

ب٢-٢-٤ الاكسدة والامتصاص Oxidation Absorption

ب٣ اطالـــــــة المداخـــــــن

ثانياً : تقنيات التحكم ى اكاسيد الكبريت

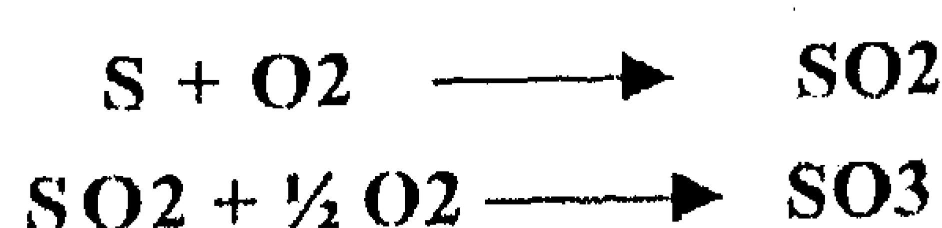
تتفوق محطات توليد الكهرباء ى تلويث الهواء بثانى أكسيد الكبريت على جميع المصادر الأخرى ففى دول أوروبا تبلغ نسبة انبعاثات ثانى اكسيد الكبريت من المحطات ٦٦% بينما ينبعث من الصناعة ٢٥% فقط بالرغم من ان هذه الدول صناعية وتسمى عملية نزع الكبريت من غازات العادم Flue gas desulphurization (FGD) وتنقسم وسائل التحكم ى نسبة اكاسيد الكبريت الى :

أ. وسائل تحكم قبل الاحتراق Precombustion

إن اكاسيد الكبريت Sox تنتج عادة من احتراق الوقود الكبريتى ويشكل ثانى اكسيد الكبريت So_2 معظمها ويشكل ثالث اكسيد الكبريت So_3 نسبة قليلة منها.

تكون ثانى اكسيد الكبريت

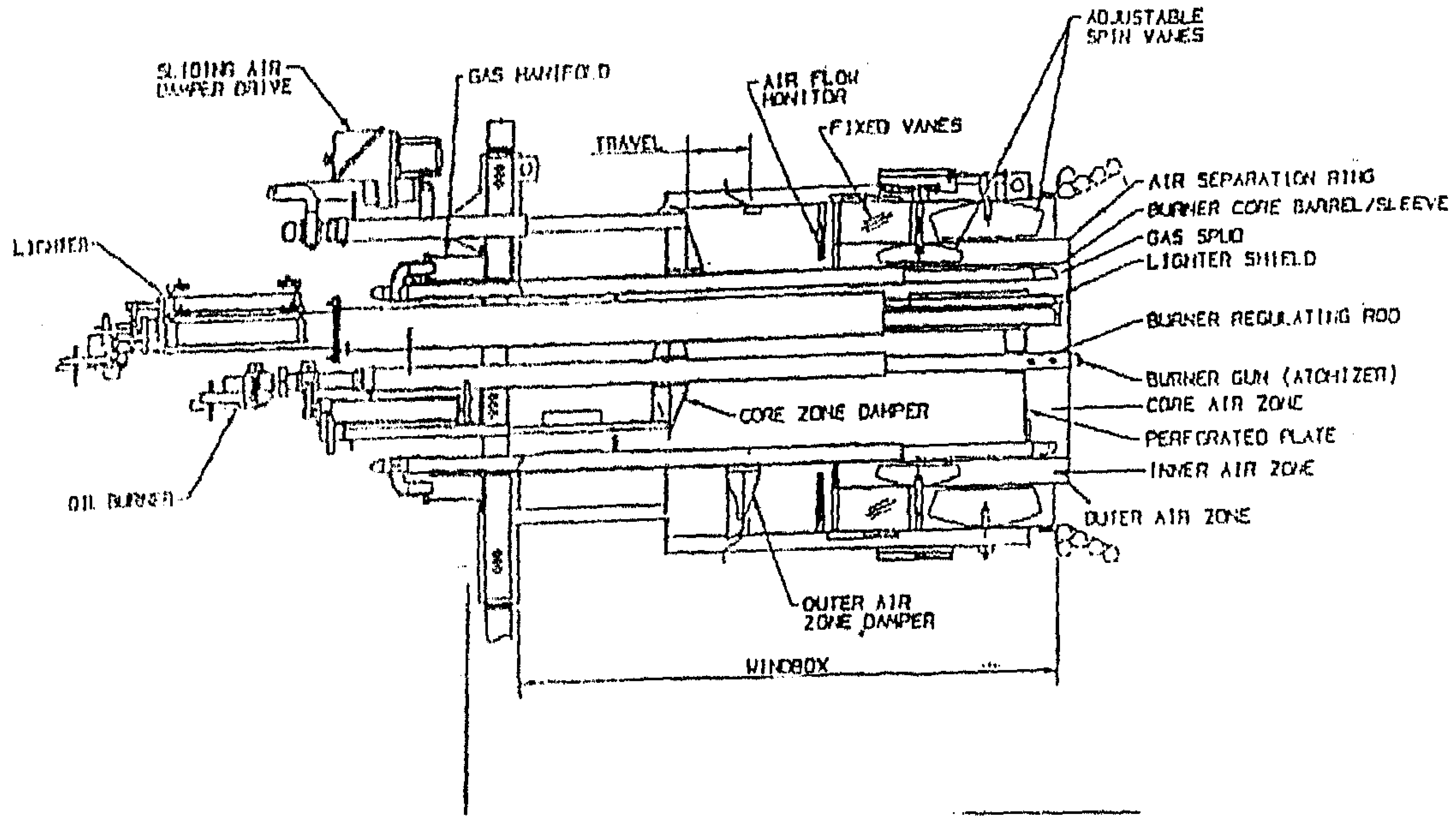
تكون ثالث اكسيد الكبريت



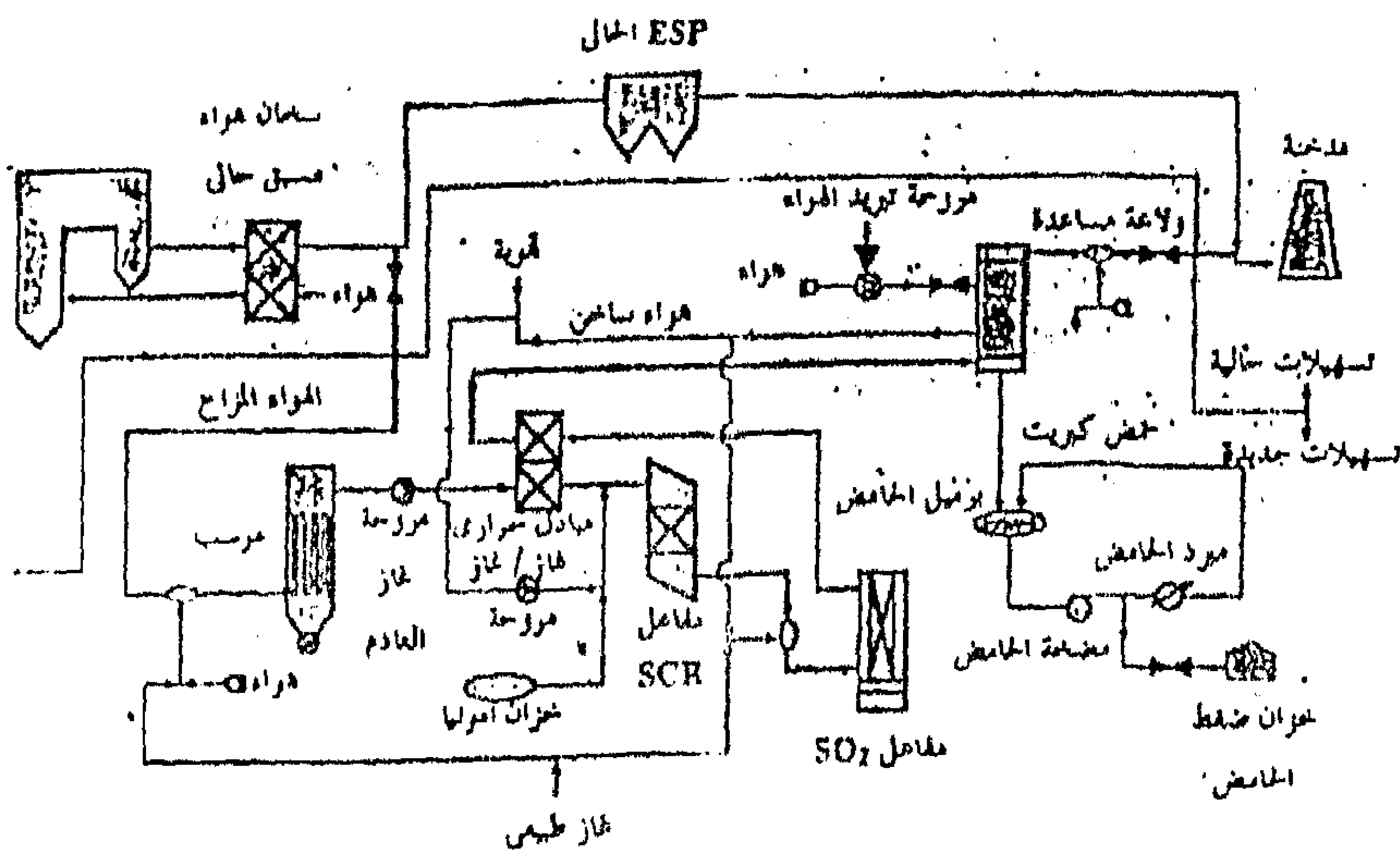
$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow SO_3$$

DRB-XCL™ LOW NO_x BURNER
OIL AND GAS FIRED



شكل (٣) حارق خفض اكاسيد النتروجين



شكل (٤) مخطط التخلص من اكسيد النتروجين وثانى

ولذا فإن استخدام وقود ذى محتوى قليل من الكبريت مثل الوقود السائل منخفض الكبريت **Low – sulphur oil** او الفحم منخفض الكبريت **Low –sulphur coal** او الغاز الطبيعى سوف يحل مشكلة اكاسيد الكبريت ولكن للأسف فإن ارتفاع أسعار هذه الأنواع من الوقود أو صعوبة الحصول عليها فى بعض الدول قد يحول دون استخدامها والجدير بالذكر ان المازوت يحتوى على حوالى ٣% من الكبريت الذى يتحول الى ثانى وثالث أكسيد الكبريت عند حرقه وان الجرام الواحد من الكبريت ينتج ٢ جرام من ثانى أكسيد الكبريت ، وإذا انخفضت درجة حرارة غازات العادم فى الغلاية عن ١٥٠ م حتى تصل الى نقطة الندى فإن هذه الغازات تتكاثف وتتحول الى حمض الكبريتيك الذى يسبب التآكل الشديد للمعادن ، ولذا يجب رفع درجة حرارة هواء الاحتراق بحيث لا تنخفض درجة حرارة غازات العادم عن ١٥٠ م عند وصولها الى المدخنة.

ب. وسائل التحكم فى الاحتراق **Combution control**

يمكن التحكم فى إنبعاثات اكاسيد الكبريت اثناء عملية الاحتراق باستخدام افران الطبقة المميعة حيث يستخدم الحجر الجيرى **Limestone** كمادة للقاع **Bed material** فى هذه الأفران وهذه المادة ذات فعالية شديدة فى نزع الكبريت حيث تبلغ نسبة اكاسيد الكبريت المنزوعة حوالى ٩٠%.

جـ. وسائل التحكم فى غازات العادم **FGD**

توجد وسائل عديدة للتحكم فى نسبة اكاسيد الكبريت **Sox** فى غازات العادم فى اجهزة الغسيل **Scrubbers** ويمكن تقسيمها الى قسمين ، الأولى عمليات المستهلك **Throwaway Processes** والثانية عمليات المستخدم **recovory (marketable) processes** وذلك نسبة الى نواتج عملية التخلص من الكبريت حيث ينتج فى الأولى بخار عادم لايستفاد منه بينما تنتج الثانية منتج ذا قيمة كالكبريت العنصرى او حمض الكبريتيك او كبريت الامونيا ،كما يمكن تقسيمها حسب الاجهزة المستخدمة الى الطرق الثلاثة الآتية.

جـ١ الطريقة الرطبة

جـ ١–١ طريقة الحجر الجيرى – الجبس **Limestone – Gypsum Process** كما فى شكل (٥)

جـ ١–٢ الطريقة الرطبة المدمجة **Compact wet process**

جـ١–٣ طريقة القلوى المزدوج **Doubele – Alkali process**

جـ١–٤ طريقة ولمان لورد **Well man Lord process**

جـ٢ الطريقة الجافة

جـ٢–١ طريقة الكربون النشط **Activated Carbon process**

جـ٢–٢ طريقة الاستفادة برماد الفحم **Coal Ash utilization process** كما فى شكل (٦)

جـ٢–٣ طريقة التخلص من اكاسيد النتروجين والكبريت معا

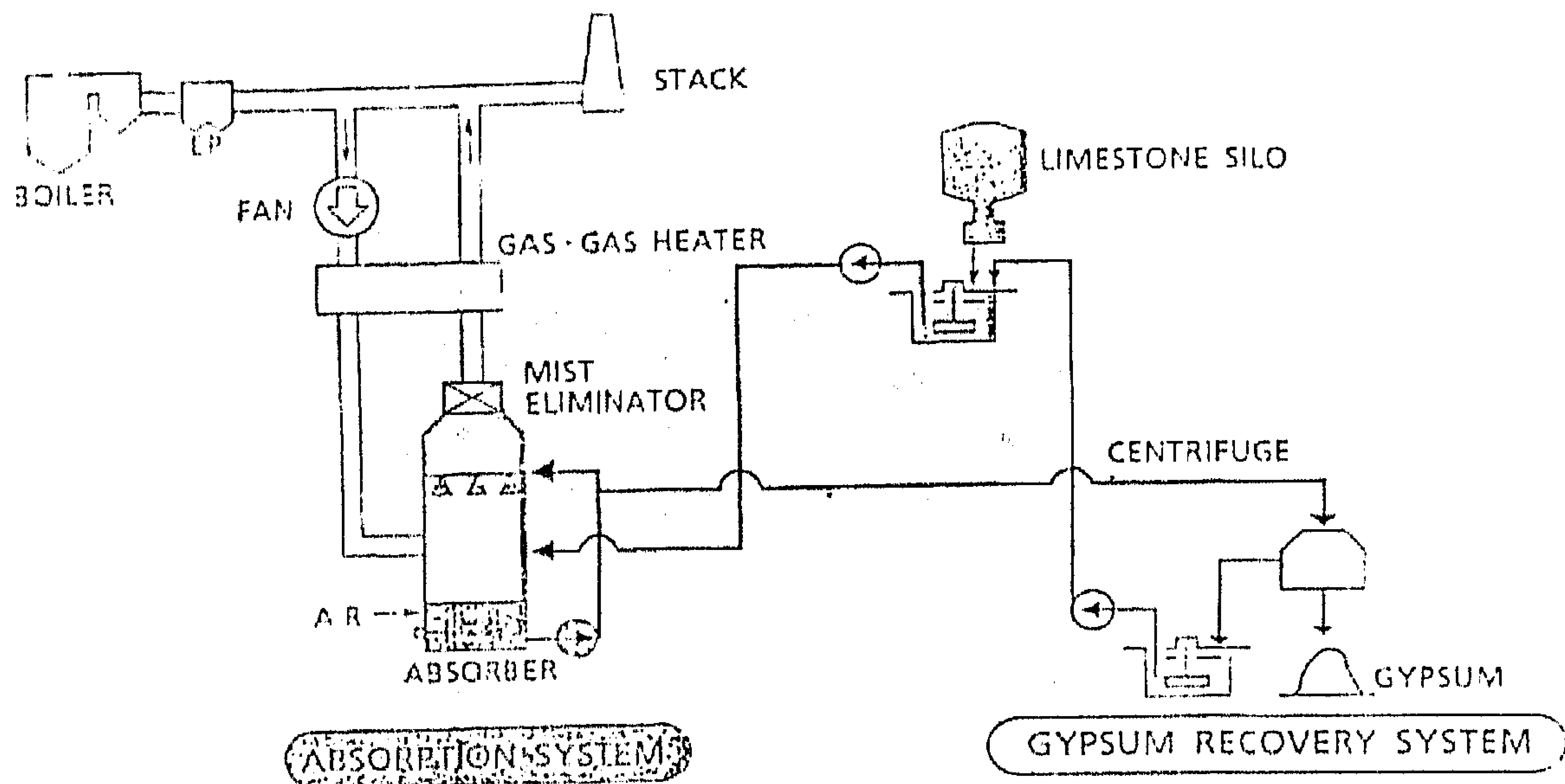
جـ٢–٤ طريقة الاشعة الالكترونية **Electron Beam process**

جـ٣ الطريقة شبة الجافة

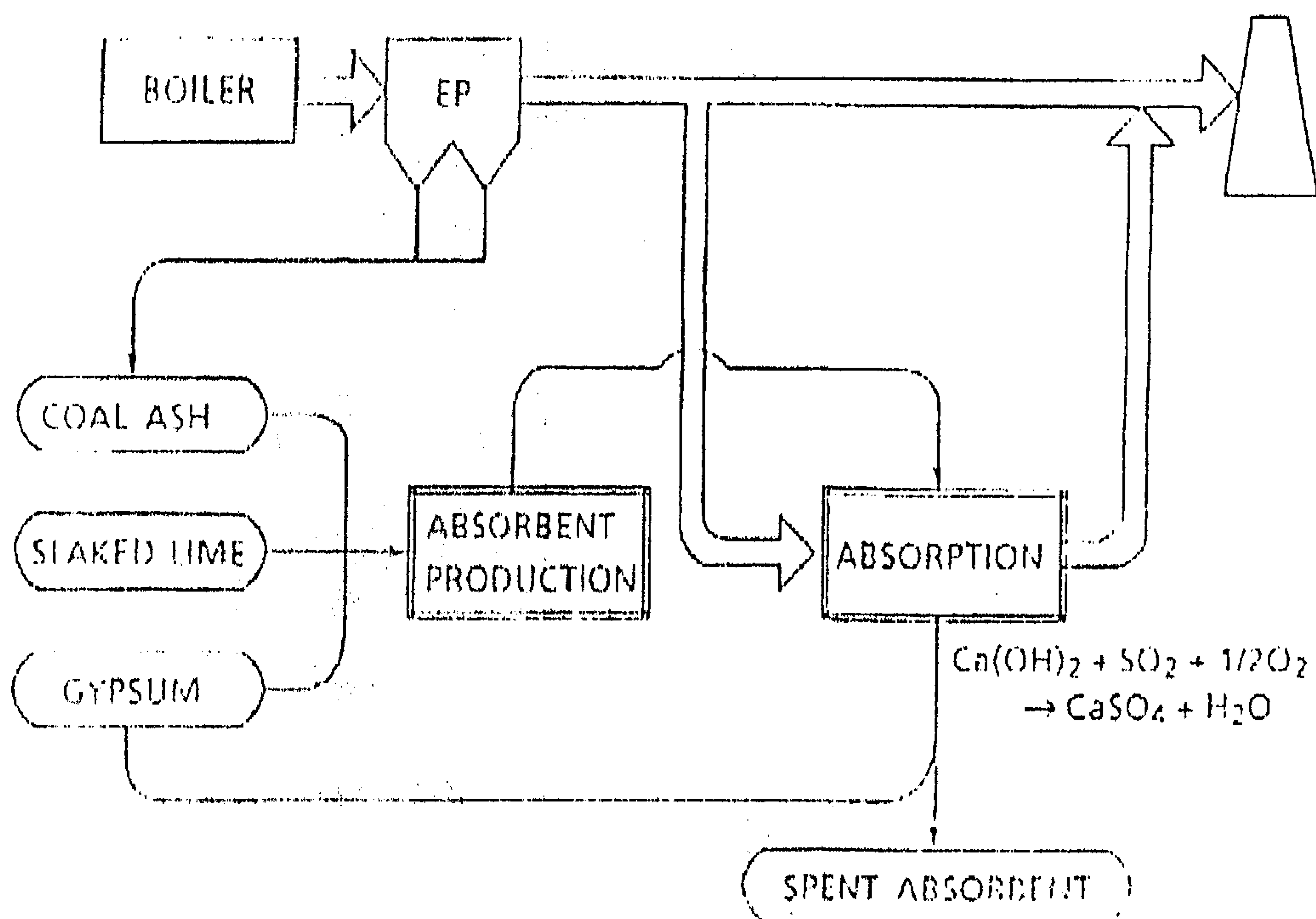
جـ٣–١ طريقة التجفيف بالرذاذ **Spray Drayer process**

جـ٣_٢ طريقة حقن مادة ماصة **Sorbent Injection process** شكل (٧)

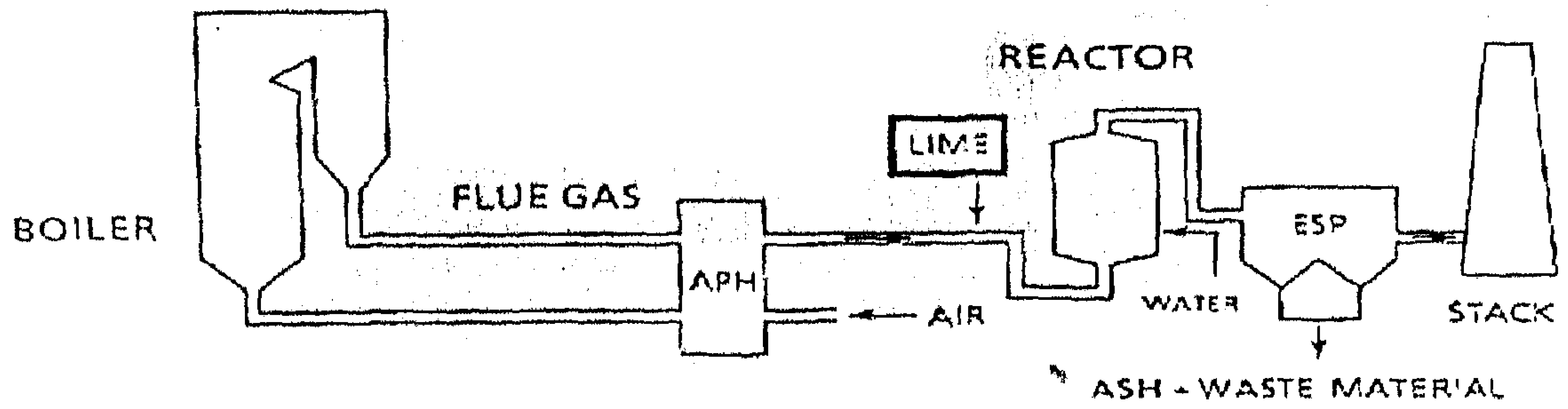
د اطالة المداخن

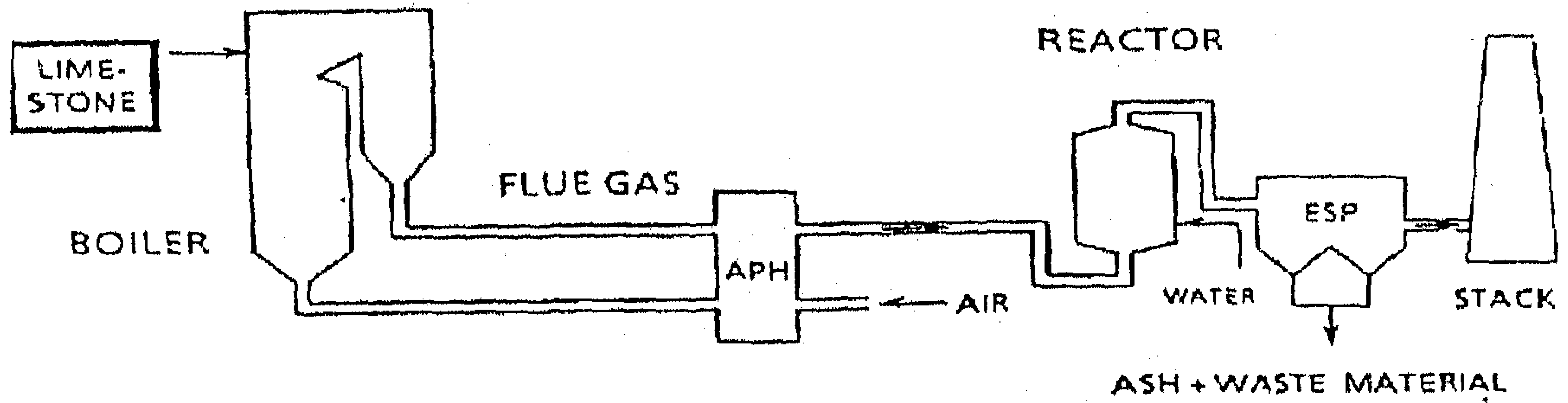


شكل (٥) طريقة برج الرزاز

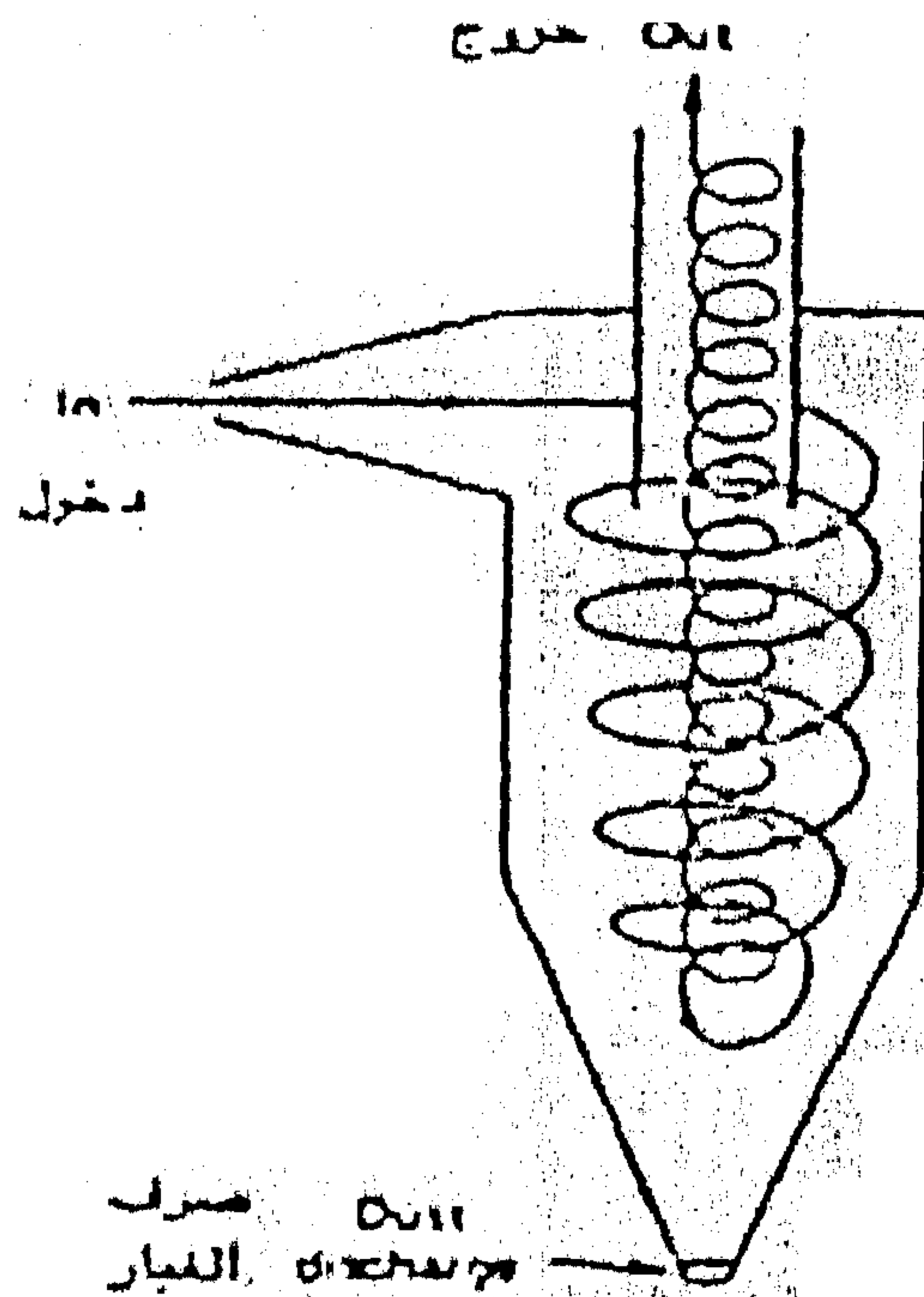


شكل (٦) طريقة الاستفادة برماد الفحم

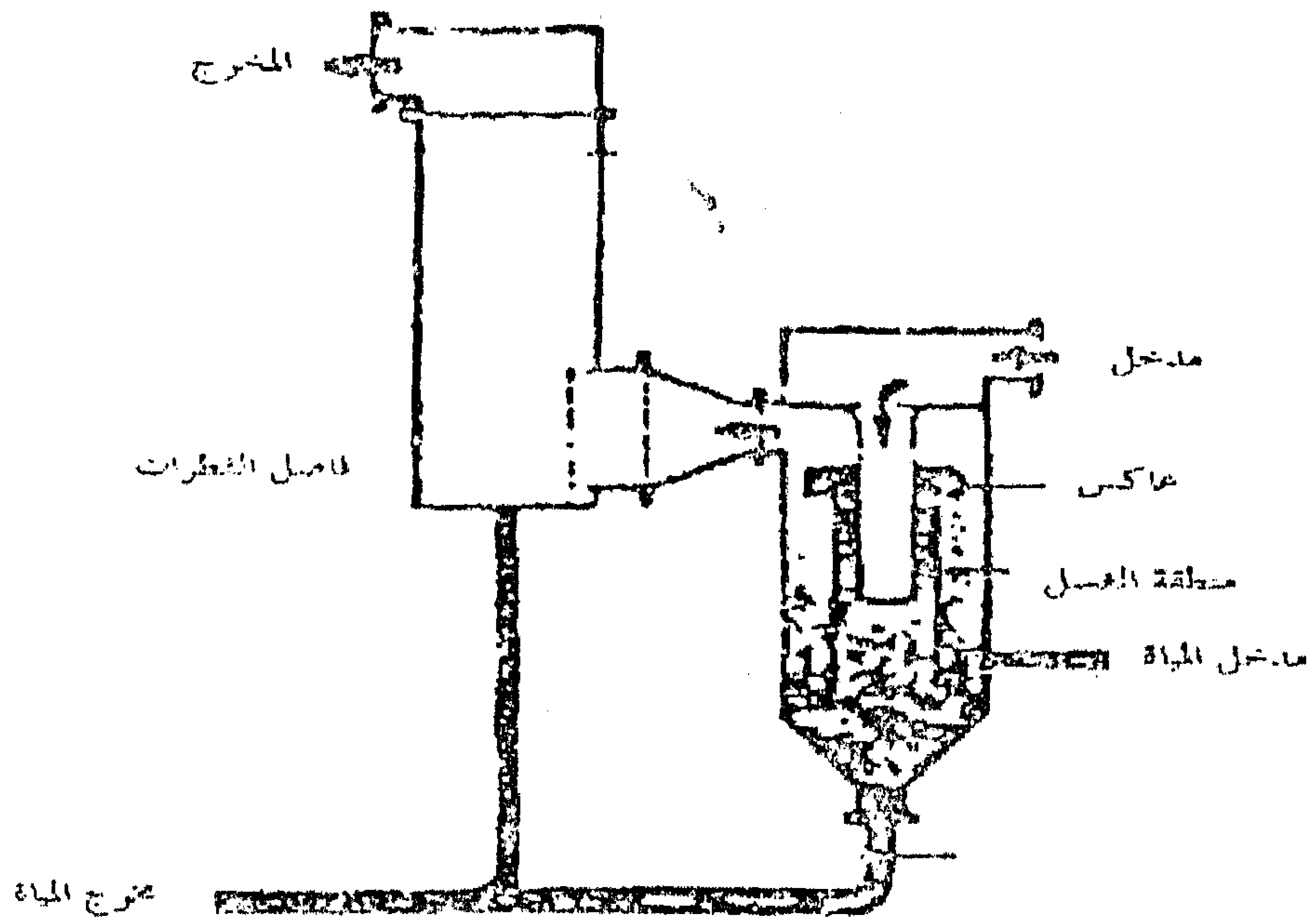




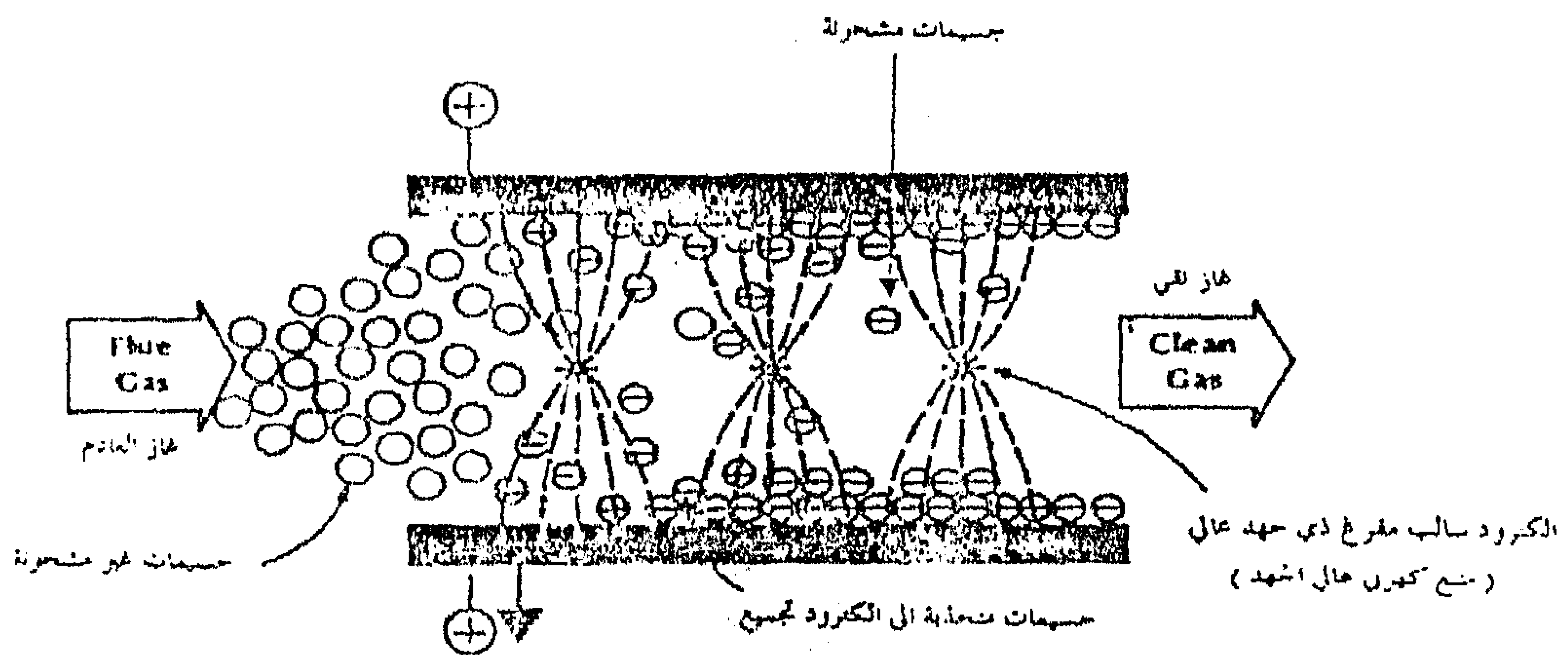
شكل (٧) طريقة حقن مادة ماصة



شكل (٨) رسم تخطيطى للفاصل الدوامى



شكل (٩) جهاز غسيل او تنقية المياه



شكل (١٠) فكرة المرسب الكهروستاتيكى

ثالثاً : تقنيات التحكم فى الغبار Particulate

هناك الكثير من اجهزة تجميع الغبار (مجمعات الغبار) Dust collectors من غازات العادم وهى تنقسم الى :

(أ) مجمعات ميكانيكية Mechanical collectors

مثل المجمع الدوامى Cyclone ومقياس فنتورى Venturis والمجمع الدوامى هو عبارة عن فرازة لفصل الغبار عن الغاز بتأثير القصور الذاتى والقوة الطاردة المركزية وفى شكل (٨) توضيح لمجمع دوامى ويقوم المجمع الدوامى بتجميع الدقائق العالقة (الغبار) بالغاز على جدران حجرته بواسطة قوة الطرد المركزى ثم يهوى هذا الغبار الى قاع الحجرة حيث يتم جمعه والتخلص منه وتمتاز المجمعات الدوامية بسهولة صيانتها وإنخفاض تكاليف تشغيلها وإرتفاع كفاءتها التجميعية حيث تصل الى حوالى ٨٥٪.

(ب). اجهزة غسيل الجسيمات الرطبة Wet Scrubbers

الغسيل هنا يعنى تنقية الغازات بازالة مكون او عدد من مكوناتها فمثلاً فى جهاز الغسيل الرطب تمر الغازات الى اعلى داخل سائل قادر على امتصاص هذه المكونات متدفقاً فى عكس إتجاه سريان الغازات فتتصادم جسيمات الغبار مع قطرات المياه المتناهية فى الصغر فيقوم العاكس فجأة بتغيير سريان الغاز الذى مازال محتوياً على قطرات المياه التى تتجزأ الى قطرات اصغر فتعلق بها جسيمات الغبار ثم تمر الغازات المحملة بقطرات المياه المحتوية على جسيمات الغبار فى فاصل القطرات Droplet separator فيقوم بفصلها كما الشكل (٩)

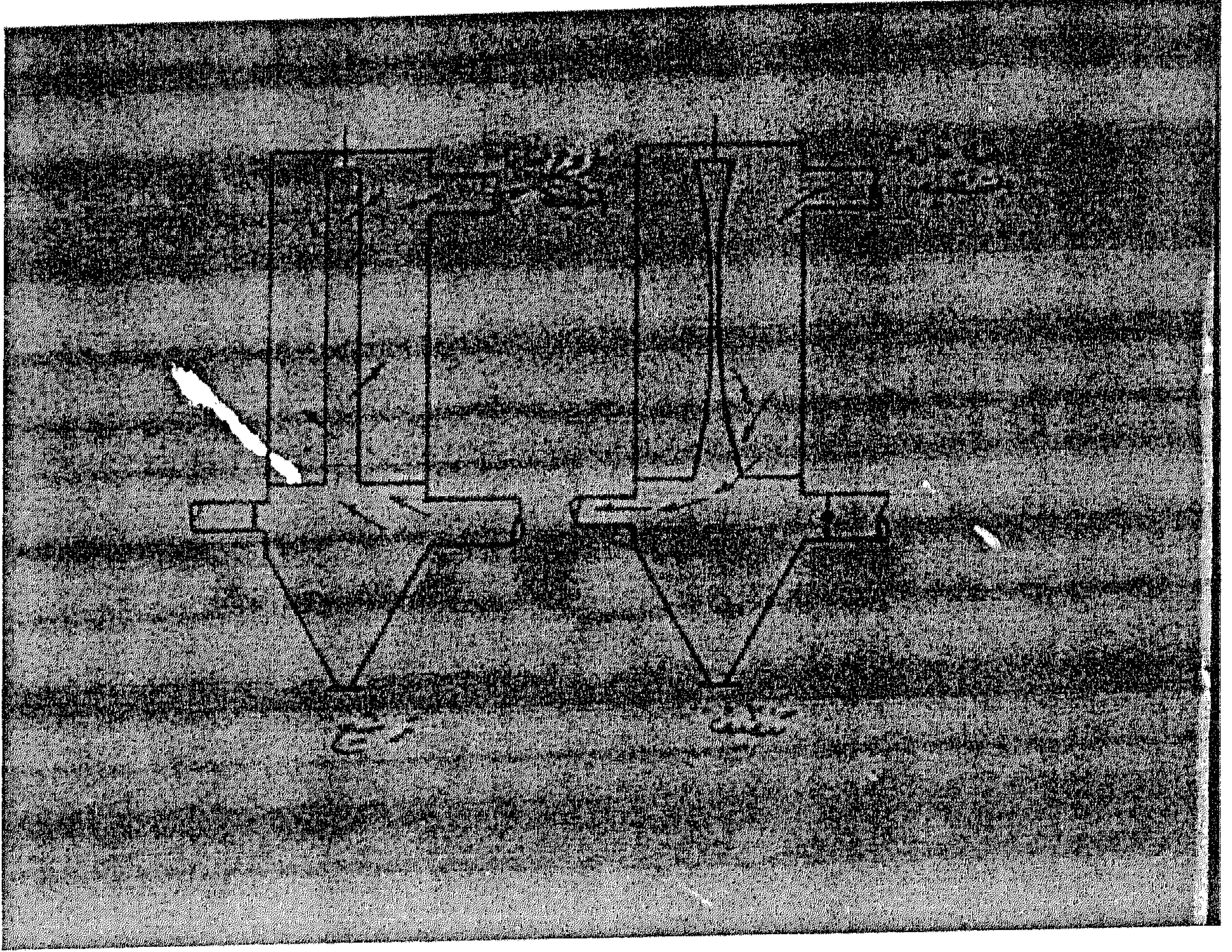
وهناك انواع اخرى من اجهزة الغسيل الرطبة مثل النوع الفنتورى

(جـ) المرسب الكهروستاتيكى Electrostatic Precipitator (ESP)

وهو عبارة عن عدة قضبان تفريغ تحمل جهد عالى موجب الشحنة وامامها قرص تجميع مؤرض شكل (١٠) ثم تمر غازات العادم بينهما فتتأين جزيئات الغبار وتنجذب الى قرص التجميع المؤرض ثم يجمع هذا الغبار من حين لآخر عن طريق جهاز دق يعمل على إهتزاز قوص التجميع فتسقط ذرات الغبار فى القمع hopper وتوجد انواع اخرى من هذه المرسبات كمرسب كوترل Cottrell ذو مرحلة واحدة والمرسب ذو المرحلتين والمرسب ذو الهالة الموجبة Positive Corona والمرسب ذو الهالة السالبة.

(د) المرشحات النسيجية Fabric or Textile Filters

هذه المرشحات يطلق عليها ايضاً Baghouse Filters ويوجد منها انواع عديدة تصنف حسب طريقة تنظيف المرشح نفسه من الغبار منها مرشح النافورة النابضة Pluse jet ومرشح الهواء العكسى Reverse air والمرشح الهزاز Shaker ويفضل مرشح الهواء العكسى (شكل ١١) فى محطات الكهرباء الكبيرة حيث تمر الغازات خلال الاكياس النسيجية فتتجمع جسيمات الغبار فى الأكياس وتمر الغازات النظيفة وبعد اتساخ الأكياس يتم إخراج حجرة الاكياس من الخدمة ثم تغلق بوابات الغازات لعزلها ثم تدفع الغازات المنقاة خلال الاكياس فى عكس اتجاه التنقية لتنظيفها فيسقط الغبار فى القمع ثم يعاد إدخالها فى الخدمة مرة اخرى.



شكل (١١) مرشح اكياس الهواء العكسى

الخلاصة

نظراً لأهمية تقليل انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة والناتجة من محطات القوى الكهربائية فإن الاهتمام بمصادرها والحد منها يعتبر هـــدف لجميع المحطات . ومن الاستعراض لتطبيقات التحكم نجد ان بعضها يتم بإجراءات بسيطة للغاية مثل تقليل أكاسيد النتروجين من خــلال تخفيض درجة حرارة هواء الاحتراق والتحكم فى كمية الهواء الزائد .. بينما بعضها الآخر يحتاج الى استثمارات عالية جداً مثل اســتخدام حارقات تقليل اكاسيد النتروجين .. وعليه يجب التوعية والترشيد بأهمية البدء فى تنفيذ الإجراءات البسيطه وغير المكلفة كمساهمة اوليــة فى الحد من الانبعاثات.

المراجـــــــــع

١ البيئة – مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث – الهيئة المصرية العامة للكتاب — م. محمد عبد القادر الفقى

٢ التلوث الهوائى والبيئة – الجزء الأول من سلسلة العلم والحياة — د. طلعت ابراهيم الأعوج

٣ البيئة – الطاقة وغازات الاحتباس الحرارى — د.م/ كاميليا يوسف محمد – شركة كهرباء الاسكندرية

٤ الندوة الدولية للمبادلات الحرارية والغلايات
محاضرة : الغلايات بهيئة كهرباء مصر – بشيراتون المنتزة – الاسكندرية ٢٣–١٩٩٣/٢٤ — للسيد المهندس / حسن علاء الدين شفيع

٥ كتالوج شركة هيتاشى **Advanced Emission Control technologies**

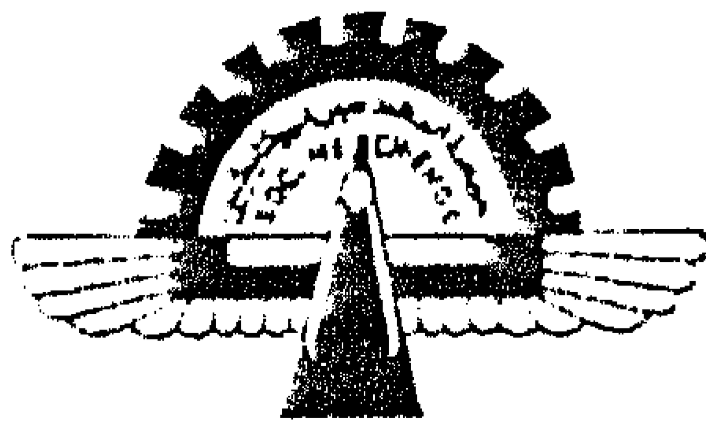
٦ كتاب **Steam Plant operation**
Everett B. Woodruff, Herbert B.Lammer & Thomas F.Lammers

٧ الجزءالثانى من ندوة
" New Technologies of coal fired power plants and environmental aspects "
المنعقدة فى القاهرة فى الفترة من ٢٧–٢٩ أبريل ١٩٩١
محاضرة " اهمية الانظمة المعلوماتية من طراز **Corinair** فى مراقبة التلوث الناجم من محطات توليد الكهرباء "
فى الندوة العلمية الثالثة للمؤتمر العربى الثانى والعشرين الطاقة ومصادرها فى الوطن العربى والتنمية المستدامة. — للدكتور محمد المراوى

٩ دراسة شركة فيتشنر الخاصة بالتحسين البيئى بمحطات توليد الكهرباء فى مصر

جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

4/8

تطوير العمليات الإنتاجية للتقليل من تأثيراتها الضارة على البيئة

مهندس / مصطفى البدن

مهندس / إيهاب عطية

مهندس / أحمد حمدى

تطوير العمليات الانتاجية للتقليل من تاثيراتها الضارة على البيئة
(دراسة حالة)

م / مصطفى البدن م / ايهاب عطية م / احمد حمدى
شركة كهرباء الإسكندرية

تقوم شركة كهرباء الإسكندرية بالتعاون مع الشركات الصناعية بمحافظة الإسكندرية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ونشر التوعية بتكنولوجيات التحكم بهدف الوصول بمعدلات التلوث البيئى إلى القيم المسموح بها عالميا .

قامت شركة كهرباء الإسكندرية بعمل حوالى ٢٧ دراسة حالة للعديد من الأنشطة الصناعية المختلفة (صناعات معدنية - صناعات غزل ونسيج - صناعات بلاستيك - صناعات خزفية وسيراميك - صناعات ورقية ...الخ) واوضحت الدراسات وجود العديد من فرص الترشيد الخاصة بخطوط الانتاج حيث تم دراسة العمليات الانتاجية بغرض تحسين كفاءة استخدام الطاقة وبالتالى التقليل من التاثيرات البيئية الضارة .

ومن هذه الفرص :

- تحويل استخدام البخار من صورة مباشرة إلى صورة غير مباشرة واعادة استخدام المتكاثف المسترجع .
- إدارة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها .
- استخدام تكنولوجيات جديدة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة .
- استخدام تكنولوجيات التوليد المشترك
- إدارة الاحمال
- التحكم في نوعية الطاقة المستخدمة لتحقيق الاستفادة القصوى
- ترحيل الاحمال

بتطبيق هذه الفرص على نظم استهلاك الوقود والمياه والطاقة بالمنشآت الصناعية تحت الدراسة سوف يؤدى هذا إلى تخفيض معدلات استهلاك الوقود وبالتالى الإقلال من معدلات انبعاث غازات ثانى اكسيد الكربون واكاسيد الكبريت إلى الهواء الجوى هذا بالاضافة إلى زيادة جودة المنتج المصرى وزيادة قدرته التنافسية .

في هذا البحث سنتعرض لنتائج دراسة حالات تمت بمدينة الإسكندرية لبعض المنشآت الصناعية بغرض تطوير العملية الانتاجية .

مقدمة

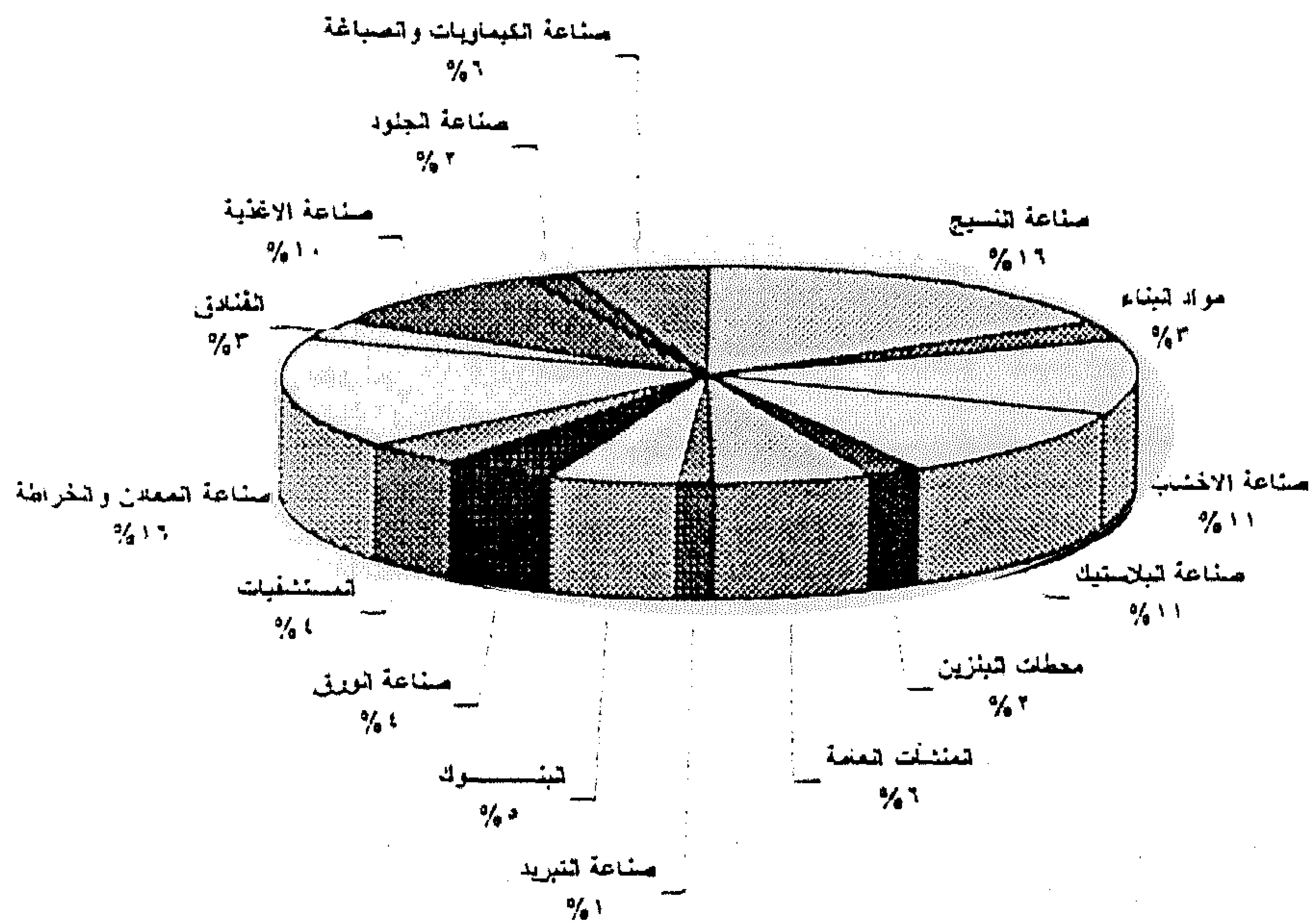
تضم مدينة الإسكندرية حوالى ٤٠ ٪ من حجم الصناعة في مصر . بها حوالى مائتى منشأة صناعية من الصناعات الكثيفة الاستهلاك للطاقة (كبار المشتركين) وبها ايضا ما يتجاوز الفين من المنشآت الصناعية المتوسطة والصغيرة الاستهلاك للطاقة كما هو موضح في شكل رقم (١) وجدول رقم (١) ونظرا لتطور الاقتصاد المصرى المستمر يتزايد عدد المشتركين باستمرار .

تقوم شركة كهرباء الإسكندرية بالتعاون مع الشركات الصناعية بمحافظة الإسكندرية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ونشر التوعية بتكنولوجيات التحكم البيئى بهدف الوصول بمعدلات التلوث البيئى إلى القيم المسموح بها عالميا .

١ - تجميع نتائج مراجعات الطاقة

بالتعامل مع البيانات التى تمت بالمنشآت الصناعية المختلفة موضع الدراسة تم عرض الفرص المتعلقة بخطوط الانتاج كما هو موضح في جدول رقم (٢) والنسب المئوية للوفر لأنواع الطاقة المختلفة والمياه المستهلكة بالشركات موضع الدراسة كما هو موضح في جدول (٣) .

شكل (١) نسبة الصناعات بالأسكندرية مقسمة طبقا للنشاط



جدول رقم (١) : بيان تجميعى بالصناعات المختلفة بالأسكندرية

م	اسم الصناعة	العدد
1	صناعة النسيج	404
2	صناعة المعادن والخراطة	385
3	صناعة الاخشاب	258
4	صناعة البلاستيك	247
5	صناعة الاغذية	226
6	المنشآة العامة	135
7	صناعة الكيماويات والصباغة	130
8	البنـــــوك	116
9	صناعة الورق	98
10	المستشفيات	95
11	مواد البناء	75
12	الفنادق	62
13	محطات البنزين	47
14	صناعة الجلود	37
15	صناعة التبريد	33
16	اعمال هندسية	30
	الاجمالى	2378

جدول (٢) : النتائج الكلية لمراجعات الطاقة

م	فرص ترشيد الطاقة	غزل ونسيج				صناعات ورقية			صناعات غذائية			صناعات معدنية	خزف وسيراميك	بلاستيك	عدد مرات فرص ترشيد الطاقة
		حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (٤)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (١)	حالة (١)	
١	تحويل تغذية البخار المباشر إلى تغذية غير مباشرة	*	@							@					٣
٢	تنظيم تشغيل الغلايات	*	@												٢
٣	إدارة الاحمال				@				*			@	@		٤
٤	استرجاع البخار المتكاثف	@	*	@	@	@					@				٦
٥	ترحيل الاحمال			@	@	@		@			@	*			٦
٦	التحكم في نوعية الطاقة لتحقيق الاستفادة القصوى			*										@	٢
٧	استبدال مصائد البخار				*	@	@								٣
٨	استخدام نظام التحكم الاوتوماتيكى لحقن البخار فى المصبوغة	@	@	*											٣
٩	استخدام تكنولوجيات جديدة					@						@	*	@	٤
١٠	تكنولوجيا التوليد المشترك						@		@				*		٣
١١	ادارة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها									@	*		@		٣
	الاجمالى	٤	٤	٤	٤	٤	٢	١	٢	٢	٣	٣	٤	٢	٣٩

* فرصة الترشيد المشروحة بالتفصيل بالبحث

@ فرصة ترشيد متشابهة

جدول رقم (٣) : النسبة المئوية للوفر لانواع الطاقة المختلفة والمياه بالشركات موضع الدراسة

م	البيان	الاستهلاك السنوى					الوفر السنوى					الوفر فى المازوت	الوفر فى الطاقة الكهربية	الوفر فى طن بترول مكافىء	الوفر فى المياه
		ميجاوات ساعة	مازوت طن/سنة	سولار لتر/سنة	طن بترول مكافىء	مياه م ٣ / سنة	ميجاوات ساعة	مازوت طن/سنة	سولار لتر/سنة	طن بترول مكافىء	مياه م ٣ / سنة				
١	غزل ونسيج حالة (١)	١١٦٢	٣٥٠٠	—	٢٥٠٦,١	٢٧٠٦١٢	٤٢	٣٠٢٤	—	٢٨١٢,٩	٣١٨٠٠	٨٦,٤ %	٣,٦ %	٨٠,٣ %	١١,٨ %
٢	غزل ونسيج حالة (٢)	٥١٩٤,٣	٤٢٠٠	—	٥٢٧٢,٦	٤٢٠٠٠	١٣٠,٥	٣١٩٩,٨	—	٣٤٦٠,٢	٤١٣٠٠	٨٨ %	٢,٣ %	٦٥,٧ %	٩٨,٣ %
٣	غزل ونسيج حالة (٣)	١٦٨٤٤	٦٧٦٢	—	١٠٣٦٣	٨٤٤٨٠	١٢٤٨	١٠٦٨	—	١٢٧١	٢٧٦١٨	١٠,٨ %	٧,١ %	١٢,٣ %	٣٢,٧ %
٤	غزل ونسيج حالة (٤)	٦٣٢٤	٤٧٦١	٢٩٨٠٠٠	٦٤٧٥	٩٧٩٢٠	٠,٣٧٣	١٣٧٩,٦	٢٤٩٠٠	١٣٠٦	٣٢٤٥٦	٢٩ %	٠,٠٠٦ %	٢٠,٢ %	٣٣,١ %
٥	صناعات ورقية حالة (١)	٥٧٤١١,٢	٣٢٢٢٩	—	٤٣٦١٠,٦	—	١٠٦٦٩,٦	٢٨٠٥	—	٥٠٥٤,٥	—	٨,٧ %	١٧,٩ %	١١,٦ %	—
٦	صناعات ورقية حالة (٢)	٤٣٣٤,٧	٢٤١٠	—	٣٢٣١,٣	١٣٨٦١٥	٤٣٣٤,٧	٤٠٩	—	١٣٧٦,٢	—	١٧ %	١٠٠ %	٤٢,٦ %	—
٧	صناعات ورقية حالة (٣)	٦٤٧٧,٩	٣٤٩٠,٠٣	٩٦٠٢٩٦	٥٦٨٥,٥	٢٢٢٢٣٧	—	١١٢٦	—	١٨٧٢	٨٣٤	٥٥,٢ %	—	٣٣ %	٠,٣٨ %
٨	صناعات غذائية حالة (١)	٣٣٩٤	—	١١١١١١١	١٨٩١,٧	٣٢٤٠٠	٢١٦٠	—	٢٢٥٠٠٠	٧٢١,٨	—	—	٦٣,٦ %	٣٨,١ %	—
٩	صناعات غذائية حالة (٢)	١٥٥,٠٤٧	—	١٤٤٠٠٠	٣٦٣,٧	٤٨٥١٠	—	—	٤١٤٢٩,٢	٤١,٤٢	١٥٠٤,٤	—	—	١١,٤ %	٣,١ %
١٠	صناعات غذائية حالة (٣)	٧٤٦٢	٩٨٣١,٣	—	١٠٨٣٣,٧	١٠٧١٠٩٩	—	٢٤٨١	—	٢٣٠٢,٧	١٦٨٤٠	٢٥,٣ %	—	٢١,٣ %	٣,١ %
١١	صناعات معدنية حالة (١)	٤٦٤٩,٣٨٦	—	—	١٠٦٩,٤	—	٢٨٧,٤	—	—	٦٦,١	—	—	٦,٢ %	٦,٢ %	—
١٢	خزف وسيراميك حالة (١)	٣٠٩٤٤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
١٣	بلاستيك حالة (١)	٢٤٣٥,١١١	—	—	٧٩٠	—	٤٢,٢	—	—	٩,٢٣	—	—	١,٣ %	١,٣ %	—

٢ - فرص ترشيد الطاقة

فيما يلى استعراض لأهم فرص ترشيد الطاقة بالمنشآت الصناعية المختلفة المتعلقة بخطوط الانتاج .

٢ - ١ تحويل تغذية البخار المباشر إلى تغذية غير مباشرة :

غزل ونسيج حالة (١) وتنتج هذه الشركة جميع انواع الجينز والتيشيرت والغزل وصباغة النسيج للشركة وللاخرين - تعمل الشركة بنظام ورديتين ٣٠٠ يوم في السنة يتواجد بالشركة عدد ١٧ ماكينة صباغة يتم تغذية البخار فيها بطريقة مباشرة بتحويل تغذية البخار المباشر إلى تغذية غير مباشرة يمكن الوصول إلى .

الوفر في تكلفة الوقود : ٩٥٠٩٠ جنيه / سنة

الوفر في تكلفة المياه : ١٧٢٥٠ جنيه / سنة

* الـــوصـــف

يتم حقن البخار في ماكينات الصباغة بطريقة مباشرة ويتواجد شبكة للراجع المتكاثف غير مستخدمة .

* الـــوفـــر

يتم استهلاك البخار في ماكينات الصباغة بصورة مباشرة ١٠٠ ٪ وعلى ذلك فإن الوقود المستخدم لإنتاج البخار يتم اهدار كمية كبيرة منه يمكن توفيرها حيث يمكن توفير وقود بتكلفة ٩٥٠٩٠ جنيه / سنة وتوفير للمياد بتكلفة ١٧٢٥٠ جنيه / سنة .

* الاجـــراء

تقترح الدراسة تحويل تغذية البخار المباشر في عدد ١٧ ماكينة صباغة إلى تغذية غير مباشرة بأستخدام المبادلات الحرارية بعدد ١٧ مبادل حرارى واحد لكل ماكينة وقد قدرت تكلفة تركيب وحدة المبادل الحرارى بمبلغ ١٥٠٠ جنيه بتكلفة إجمالية ٢٥٥٠٠ جنيه لعدد ١٧ مبادل وعلى هذا فأن فترة استرداد راس المال حوالى ٠,٢٢ سنة .

ولقد وجد أن نفس هذه الفرصة يمكن ايضا تطبيقها في كل من غزل ونسيج حالة (٢) وصناعات غذائية حالة (٢) .

٢ - ٢ تنظيم تشغيل الغلايات : غزل ونسيج حالة (١)

وهى نفس الشركة المذكورة في حالة (٢-١) حيث يتواجد بالشركة عدد(٢) غلاية من النوع Fire Tube احدهما صغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة والاخرى كبيرة سعة ١٢ طن بخار / ساعة وذلك لتغذية ماكينات المصنع بالبخار اللازم للعمليات الصناعية المختلفة كما يتواجد شبكة للراجع المتكاثف غير مستخدمة ويتم تغذية البخار في الماكينات بصورة مباشرة ١٠٠ ٪ ويتم التحكم في البخار المغذى لماكينات الصباغة بصمامات يدوية بتنظيم تشغيل الغلايات يمكن الوصول إلى الوفر في تكلفة الوقود : ٤٠٥١٥٠ جنيه / سنة .

* الـــوصـــف

يتم تشغيل الغلاية الكبيرة سعة ١٢ طن بخار / ساعة لتأمين إمداد العمليات الصناعية بالبخار اللازم للعمليات الصناعية المختلفة بينما الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة متوقفة لانها لاتغطى إحتياجات المصنع من البخار .

* الـــوفـــر

بعد تنفيذ المقترحات التى تم التوصية بها في هذه الشركة والمتعلقة باستهلاك البخار وهى (الاستفادة من البخار المتكاثف المسترجع - التحكم الاتوماتيكى في دخول البخار إلى ماكينات الصباغة - تحويل تغذية البخار المباشر إلى غير مباشر عن طريق استخدام المبادلات الحرارية) هذا بالاضافة إلى إعادة تنظيم الاحمال بحيث يتم عمل جدول لتشغيل الماكينات المستهلكة للبخار بحيث يظل الحمل الكلى ثابت على مدار اليوم فانه يمكن تشغيل الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة لتامين احتياجات المصنع من البخار ويؤدى هذا إلى وفر في تكلفة الوقود يصل إلى ٤٠٥١٥٠ جنيه / سنويا وبدون اى تكلفة استثمار تذكر .

* الاجـــراء

نقترح تشغيل الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن / ساعة بدلا من الغلاية الكبيرة سعة ١٢ طن / ساعة وتكون احتياطية فقط في حالات الطوارىء حيث يكفى انتاجها تغطية احتياجات المصنع من البخار بعد تنفيذ المقترحات الخاصة بترشيد استهلاك الطاقة البخارية وبدون اى تكلفة استثمار تذكر.

وجد امكانية تطبيق هذه الفرصة ايضا في غزل ونسيج حالة (٢) .

٢ - ٣ إدارة الاحمال : صناعات غذائية حالة (١)

تنتج الشركة المشروبات الغازية . بمختلف أنواعها وهى ذات طبيعة عمل موسمية . يتواجد بالشركة عدد (٤) خط أنتاج يشتمل خط الانتاج الرابع بالشركة على ماكينة تنتج العبوات البلاستيكية والتى تذهب إلى ماكينة النفخ والتى يتواجد بها عدد (٢) ضاغط احدهما قدرته ٢٠٠ ك . وات والثانى قدرته ١٣٢ ك. وات وبينهما مبرد قدرته ٣٩ ك . وات ثم تتجه العبوات بعد ذلك إلى ماكينة ملأ العبوات . بأدارة الاحمال يمكن الوصول إلى الوفر في استهلاك الكهرباء = ١٢٥١٢٧ جنيه / سنة .

* الـــوصـــف

يتم تشغيل ماكينة العبوات في نفس الوقت الذى يتم فيه تشغيل جميع ماكينات خط الانتاج وحمل هذه الماكينة حوالى ٢٥٠ ك . وات كما ان حمل خط الانتاج الرابع يصل إلى ٤٠٠ ك . وات ويحتوى المصنع على عدد (٢) وحدة توليد ديزل كل وحدة ٧٠٠ ك . ف . أ .

* الـــوفـــر

إدارة الاحمال :

الاقتراح الاول :

نقترح تشغيل ماكينة العبوات في فترة توقف ماكينات خط الانتاج الاخرى وبالتالى يتم تقليل الحمل الاقصى للمصنع في جميع الفترات بما فيها فترة الشتاء حيث من الممكن أن يخزن الانتاج في الشتاء ويتم الاستفادة منه في موسم الاستهلاك (الصيف) وحمل هذه الماكينة يصل إلى ٢٥٠ ك . وات وعلى ذلك فإن الوفر المتوقع يكون حوالى ٢١٩٠٠ جنيه / سنة وهذا الاقتراح ليس له اى تكلفة استثمار تذكر وهو من أهم فرص ترشيد الطاقة الكهربائية .

الاقتراح الثانى

يوصى بتشغيل وحدة توليد ديزل لمدة ٢٠ ساعة خلال موسم الاستهلاك (الصيف) ولمدة ١٠ ساعات خلال موسم الشتاء ، اماوحدة التوليد الاخرى فتكون احتياطية للوحدة الاولى . الحمل الاقصى لخط الانتاج الرابع حوالى ٤٠٠ ك . وات ويوصى بنقل احمال خط الانتاج الرابع من المحول إلى أحد المولدين ويؤدى تنفيذ هذا الاقتراح إلى وفر قدره ٩٠٠٠٠ جنيه / سنة .

الاقتراح الثالث :

نقترح تشغيل الضاغط الصغير قدرة ١٣٢ ك . وات على أن يكون الضاغط الكبير قدرة ٢٠٠ ك . وات إحتياطيا له ويتم إدخال وحدات الضواغط اتوماتيكيا تبعا للحمل وبتنفيذ هذا الاقتراح يؤدى إلى وفر قدره ١٣٢٢٧ جنيه / سنة .

* الاجــــراء

بتنفيذ هذه الاقتراحات السابقة والتى ليس لها اى تكلفة استثمار يذكر يكون الوفر الكلى حوالى ١٢٥١٢٧ جنيه / سنة

ولقد وجد أن نفس هذه الفرصة يمكن تطبيقها في غزل ونسيج حالة (٤) وصناعات معدنية حالة (١) وخزف وسيراميك حالة (١) .

٢ - ٤ إسترجاع البخار المتكاثف : غزل ونسيج (٢)

تنتج الشركة الملابس الجاهزة بجميع أنواعها . تعمل الشركة عدد (٢) وردية في اليوم - ٣٠٠ يوم في السنة و يتواجد بالشركة نظام للراجع المتكاثف لاسترجاع البخار المستخدم في ماكينات الصباغة ولكنه لايعمل نتيجة لمشاكل سابقة خاصة بتسريب ماسورة المتكاثف بماكينة الصباغة لذلك فانه يتم طرد المتكاثف عند درجة حرارة حوالى ١٠٠ °م .

الوفر في الاستهلاك	الوحدة	الوفر / سنة	الوفر جنيه / سنة
الوفر في الوقود المستخدم (المازوت)	طن	٧٣٧	١٣٦٣٤٥
الوفر في المياه	م^3	٢٧٣٠٠	٢٠٤٧٥

* الـــوصـــف

لايتم استرجاع البخار المتكاثف بالشركة رغم وجود شبكة للراجع المتكاثف وذلك لمشاكل يمكن معالجتها بعمل صيانة لجميع مكونات النظام واحلال لجميع العناصر التالفة مع ضرورة اجراء الصيانة باستمرار لضمان عمل النظام بكفاءة .

* الـــوفـــر

استرجاع البخار المتكاثف من الماكينات المستهلكة للبخار يؤدى إلى وفر سنوى في استهلاك المازوت يقدر بحوالى ٧٣٧ طن (مازوت) / سنة بوفر في التكلفة يقدر بحوالى ١٣٦٣٤٥ جنيه . كما يؤدى إلى وفر في استهلاك المياه يقدر بحوالى ٢٧٣٠٠ م^3 (مياه) / سنة بوفر في التكلفة يقدر بحوالى ٢٠٤٧٥ جنيه / سنة وعلى ذلك فإن اجمالى الوفر يصل إلى حوالى ١٥٦٨٢٠ جنيه / سنة .

* الاجـــراء

نقترح إعادة تشغيل دائرة المتكاثف مع الاخذ في الاعتبار اعمال الصيانة الدورية لشبكة الراجع واحلال العناصر التالفة للشبكة ويحتاج هذا الاقتراح إلى تكلفة بسيطة للغاية كما ان العائد فورى .

وقد امكن تطبيق هذه الفرصة في حالة (١ ، ٣ ، ٤) غزل ونسيج و حالة (١) صناعات ورقية و حالة (٣) صناعات غذائية .

٢ – ٥ ترحيل الاحمال : صناعات معدنية حالة (١)

تنتج الشركة أنواع مختلفة من السبائك المعدنية ومنتجات الصلب وقطاعات الأبواب والشبابيك المصنوعة من الالومنيوم والبى. في. سى . تحتوى الشركة على عدد (٢) فرن من النوع الحثى سعة الفرن الواحد ١,٥ طن / دورة (زمن الدورة حوالى ١,٥ ساعة) يستمر الفرن في الخدمة لمدة عشر ايام ثم يتم ايقافه لعمل الصيانة والتبطين اللازم للفرن .

الوفر في استهلاك الطاقة الكهربية = ٨٧١٤٥ جنيه / سنة

* الـــوصـــف

المحول رقم (١) (١١ / ٠,٤ ك. فولت) ونسبة تحميله حوالى ٦,٧ ٪ من حمله الكلى اى ان نسبة تحميله صغيرة جدا حيث يجب الايقل نسبة تحميل المحول عن ٣٦,٤ ٪ من حمله الكلى كما ان المحول رقم (٢) (١١ / ٠,٤ ك. فولت) نسبة تحميله ٢٩,٧ ٪ من الحمل الكلى بمعنى ان نسبة تحميله ايضا اقل من ٣٦,٤ ٪ من حمله الكلى .

* الـــوفـــر

الاقتراح الاول : ترحيل احمال المحول رقم ١ إلى المحول رقم ٢ (١١ / ٠,٤ ك . فولت) :

يؤدى ذلك إلى تحميل المحول رقم ٢ بنسبة ٤٠ ٪ من حمله الكلى ويؤدى ذلك إلى تحسين كفاءة التحميل وإلى تقليل مفقودات المحول ويتم ذلك بدون اى تكلفة تذكر ويؤدى ذلك إلى وفر في استهلاك الكهرباء يصل إلى حوالى ١٥٦٠ جنيه / سنة وبفترة استرداد لراس المال فورية .

الاقتراح الثانى : ترحيل احمال الافران الحثية :

يؤدى ذلك الاقتراح إلى تخفيض الحمل الاقصى مع المحافظة على نفس معدل استهلاك الطاقة ويؤدى ذلك إلى وفر في التكلفة يقدر بحوالى ٤١٦١٠ جنيه / سنة وبتكلفة استثمارية تقدر بحوالى ٢٧٢٠ جنيه وفترة استرداد لرأس المال حوالى ١ شهر

الاقتراح الثالث: تنظيم حمل الفرن الحثى المفرد :

ويؤدى ذلك الاقتراح إلى تخفيض الحمل ويقلل من معدل استهلاك الطاقة وذلك بتكلفة لاتذكر ويؤدى ذلك إلى وفر في التكلفة يقدر بحوالى ٤٣٩٧٥ جنيه /سنة وبفترة استرداد لراس المال فورية .

* الاجـــراء

بتنفيذ الاقتراحات الثلاثة السابقة يحدث وفر كلى في التكلفة يقدر بحوالى ٨٧١٤٥ جنيه / سنة وبفترة استرداد لراس المال فورية .

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في غزل ونسيج حالة (٣ ، ٤) وصناعات ورقية حالة (١ ، ٣) وصناعات غذائية حالة (٣) .

٢ - ٦ التحكم في نوعية الطاقة لتحقيق اقصى ترشيد استهلاك : غزل ونسيج حالة (٣)

تقوم الشركة بانتاج المنتجات الصوفية ، القطنية ، البطاطين ، الملابس الجاهزة . تعمل الشركة ٣ ورديات ٣٠٠ يوم في السنة . تشتمل عمليات الانتاج على عمليات غزل ونسج وصباغة وتجفيف حيث يتواجد بالشركة عدد (٢) مجفف كهربى قدرة كل منها ٣٠٠ ك.وات .

الوفر في الاستهلاك	الوحدة	الوفر / سنة	الوفر جنيه / سنة
الوفر في استهلاك الكهرباء	ميجاوات . ساعة	١٠٣٦,٨	١٥٨٦٣٠
الحمل الاقصى	كيلو وات	٢٨٨٠	٢١٠٢٤
التحويل إلى استخدام السولار بدلا من استخدام السخانات الكهربائية	ــــ	ــــ	١٤٢٤٦٦,٢

* الـــوصـــف

يوجد أثنان من المجففات بالشركة يعمل أحدهما بالطاقة الكهربية قدرته ٣٠٠ كيلووات ويعمل وردية واحدة ونصف وردية (١٢ ساعة) يوميا .

متوسط طاقة التشغيل ٠,٨ × ٣٠٠ = ٢٤٠ كيلووات وتحسب تكلفة التشغيل كما يأتى :

تكلفة الطاقة الكهربية المستهلكة = ٢٤٠ كيلووات × ١٢ ساعة × ٣٠ × ٠,١٥٣ جنيه / كيلووات ساعة

= ١٣٢١٩,٢ جنيه / شهر

تكلفة الحمل الاقصى = ٢٤٠ كيلووات × ٧,٣ جنيه / كيلووات = ١٧٥٢ جنيه / شهر

∴ التكلفة الكلية لاستهلاك السخان الكهربى = (١٧٥٢ + ١٣٢١٩,٢) جنيه = ١٤٩٧١,٢ / شهر

= ١٤٩٧١,٢ × ١٢ = ١٧٩٦٥٤,٤ جنيه / سنة

ويعمل المجفف الكهربى حاليا خلال الوردية الاولى للمصنع اى عندما يكون الحمل اقصى مايمكن . يمكن ترحيل تشغيل المجفف الكهربى ليعمل خلال الوردية الثالثة عندما يكون الحمل اقل مايمكن اى نقوم بترحيل حمل المجفف الكهربى وبالتالى يقل حمل الشركة حوالى ٢٤٠ كيلووات بوفر قدره ٢٤٠ × ٧,٣ = ١٥٧٢ جنيه / شهر = ١٨٨٦٤ جنيه / سنة

∴ الوفر الناتج عن ترحيل حمل المجفف الكهربى = ١٨٨٦٤ جنيه / سنة

والاقتراح الثانى ان نقوم باستبدال المجفف الذى يعمل بالكهرباء بآخر يعمل بالزيت ويستخدم وقود السولار .

* الـــوفـــر

الوفر الناتج عن استبدال المجفف الكهربى بآخر يعمل بالزيت ووقود السولار يمكن حسابه كما يأتى :

التكلفة الحالية لتشغيل المجفف الكهربى كما سبق حسابه = ١٤٩٧١,٢ جنيه / شهر

= ١٧٩٦٥٤,٤ جنيه / سنة

التكلفة المستهدفة من تشغيل مجفف زيتى يعمل بالسولار

الوحدات الحرارية البريطانية (BTU) المطلوبة شهريا =

٣٠٠ ك.وات × ١٢ ساعة × ٣٠ يوم × ٣٦٠٠٠٠٠ جول / كيلووات ساعة

= ٣,٩ × ١٠ ^١١^ جول / شهر

وهكذا يكافيء ٧٨٠٠ لتر (سولار) / شهر

التكلفة ٧٨٠٠ لتر (سولار) / شهر × ٠,٤٠ جنيه / لتر = ٣,٠٩٩ جنيه / شهر

= ٣,٠٩٩ × ١٢

= ٣٧١٨٨ جنيه / سنة

∴ الوفر الناتج عن التحويل لاستخدام السولار

= ١٧٩٦٥٤,٤ − ٣٧١٨٨

= ١٤٢١٦٦,٤ جنيه / سنة

يلاحظ ان الوفر الناتج عن التحويل لاستخدام مجفف زيتى يعمل بالسولار اكبر بكثير من الوفر الناتج عن ترحيل حمل المجفف الكهربى

* الاجـــــراء

بتنفيذ التحويل إلى استخدام مجفف زيتى يعمل بالسولار بدلا من المجفف الكهربى يكون الوفر الاجمالى حوالى ١٤٢٤٦٦,٤ جنيه / سنة

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في بلاستيك حالة (١) .

٢ - ٧ استبدال مصائد البخار : غزل ونسيج حالة (٤)

تنتج الشركة منتجات قطنية معدة للتصدير . وتعمل هذه الشركة ٣ ورديات يوميا طوال ايام الاسبوع فيما عدا قسم الخياطة والذى يعمل الوردية الاولى فقط . يتواجد بالشركة ماكينات مستهلكة للبخار (مصابغ ، مجففات ، ماكينات تبييض ، ...) يعمل على هذه الماكينات عدد ٣٧ مصيدة بخار .

الوفر في الاستهلاك	الوحدة	الوفر / سنة	الوفر جنيه / سنة
الوفر في الوقود (المازوت)	طن	٨٩٦ طن / سنة	١٦٥٧٦٠

* الـــوصــــف

يوجد على الماكينات المستهلكة للبخار عدد ٣٧ مصيدة بخار متهالكة . نقترح تغيير جميع مصائد البخار بالمصنع بأخرى جديدة .

* الـــوفـــر

بعد عمل مراجعات الطاقة والحصول على النتائج وجد أن مصائد البخار المتهالكة بالمصنع تتسبب في فقد حوالى ٢٩٠٠٠٠٠ رطل بخار سنويا بما يعادل حرق كمية من الوقود تساوى ٨٩٦ طن مازوت / سنة بتكلفة قدرها ١٦٥٧٦٠ جنيه / سنة .

* الاجـــــراء

استبدال جميع مصائد البخار المتهالكة بالمصنع بأخرى جديدة و تقدر تكلفة شراء ٣٧ مصيدة بخار جديدة بحوالى ٣٧٠٠٠ جنيه

فترة استرداد راس المال = ٣٧٠٠٠ ÷ ١٦٥٧٦٠ = ٠,٢٢ سنة

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في صناعات ورقية حالة (١ ، ٢) .

٢ - ٨ استخدام نظام التحكم الاوتوماتيكى لحقن البخار : غزل ونسيج حالة (٣)

تنتج الشركة المنتجات الصوفية والقطنية والبطاطين والملابس الجاهزة . تعمل الشركة ٣ ورديات ستة ايام اسبوعيا وتشمل العمليات الانتاجية (صباغة ، تجفيف ، غزل ، نسج ، ....) وتحتاج بعض هذه العمليات الانتاجية للبخار مثل الصباغة والتجفيف وغيرها .

الوفر في الاستهلاك	الوحدة	الوفر / سنة	الوفر جنيه / سنة
الوفر في استخدام الوقود (مازوت)	طن	٤٠٦ طن / سنة	٧٥١١٠

* الـــوصـــف

يوجد بالمصنع عدد (١٠) ماكينات صباغة تستهلك هذه الماكينات حوالى ٦٠ ٪ من البخار المنتج بما يعادل ٦٠ ٪ من الوقود المستهلك .

يتم التحكم في دخول البخار إلى هذه الماكينات يدويا وهذه يؤدى إلى فقد كمية كبيرة من البخار بدون داعى .

تقترح الدراسة تركيب صمام تحكم اتوماتيكى في درجات الحرارة مزود بحساس (Sensor) على هذه الماكينـات .

استخدام هذه الصمامات يؤدى إلى وفر حوالى ١٠ ٪ من الوقود المستخدم .

* الـــوفـــر

كمية الوقود المستهلكة = ٦٧٦٢ طن / سنة × ٦٠ ٪ = ٤٠٥٧ طن / سنة

وبذلك يكون الوفر المتوقع = ١٠ ٪ × ٤٠٥٧ = ٤٠٥,٧ طن / سنة (مازوت)

∴ الوفر في تكلفة الوقود = ٤٠٦ × ١٨٥ = ٧٥١١٠ جنيه / سنة

* الاجـــراء

تقترح الدراسة تركيب صمام تحكم اوتوماتيكى مزود بحساس للحرارة علـى كل خط لحقن البخار في ماكينات الصباغة بدلا من صمام التحكم اليدوى الموجود حاليا .

عدد ماكينات الصباغة = ١٠ ماكينات

وتقدر تكلفة تركيب الصمام الاوتوماتيكى لكل ماكينة بحوالى ٣٠٠٠ جنيه

∴ التكلفة الكلية لتركيب الصمامات = ٣٠٠٠ × ١٠ = ٣٠٠٠٠ جنيه

فترة استرداد راس المال = التكلفة ÷ الوفر

= ٣٠٠٠٠ ÷ ٧٥١١٠ = ٠,٤ سنة

وقد امكن تطبيق هذه الفرصة في غزل ونسيج حالة (١ ، ٢) .

٢ - ٩ استخدام تكنولوجيات جديدة في مجال الانتاج : خزف وسيراميك حالة (١)

تنتج الشركة السيراميك والادوات الصحية . تعمل الشركة ٣ ورديات جميع ايام السنة . يتواجد بالشركة محطة لتخفيض ضغط الغاز الطبيعي من ضغط الامداد وهو ٤٧ بار إلى ضغط الاستخدام وهو ٢ بار حيث يستخدم كوقود للافران والمجففات والمحارق .

الوفر في استهلاك الطاقة الكهربية = ٥٥٦٠٥٦ جنيه / سنة .

* الـــوصـــف

يتم استخدام محطة لتخفيض ضغط الغاز الطبيعي من ٤٧ بار إلى ٢ بار يمكن استبدال هذه المحطة بوحدة تمدد توربينية لتقوم بتخفيض ضغط الغاز الطبيعي إلى الضغط المطلوب .

* الـــوفـــر

باستخدام وحدة التمدد التوربينية يحدث تخفيض في الحمل بوفر سنوى قدره ٥٥٦٠٥٦ جنيه بما يكافيء ٣٦٣٤ كيلووات ساعة / سنوية

* الاجـــراء

استبدال محطة التخفيض بوحدة تمدد توربينية لتخفيض ضغط الغاز من ٤٧ بار بتكلفة قدرها ٣٩٦١٦٨ جنيه وبفترة استرداد لراس المال حوالى ٠,٧ سنة .

وقد امكن تطبيق تكنولوجيات حديثة في مجال الانتاج في صناعات ورقية حالة (١) حيث تم استخدام محركات متغيرة السرعات لادارة المضخات تعمل حسب الحمل المطلوب ، صناعات بلاستيكية حالة (١) حيث يتم استبدال سخانات الكهرباء المستخدمة في أفران التجفيف وتسخين حمامات المياه بالسخانات التى تعمل بالغاز الطبيعى حيث يؤدى ذلك إلى وفر في التكلفة كما تم تطبيقها في صناعات معدنية حالة (١) حيث تم تركيب نظام تحكم اتوماتيكى لترحيل الاحمال وادارتها .

٢ - ١٠ تكنولوجيا التوليد المشترك : خزف وسيراميك حالة (١)

تنتج الشركة السيراميك والادوات الصحية . تعمل الشركة ٣ ورديات جميع ايام السنة . يتواجد بالشركة مجففات تعمل بالهواء الساخن حيث يكتسب الهواء حرارته من خلال احتراق وقود الغاز الطبيعى في الولاعات .

الوفر في استهلاك الكهرباء = ٤٥٢٤٧٦٨ جنيه / سنة .

* الـــوصـــف

يتواجد بالشركة مجففات تعمل بالهواء الساخن والذى يستمد حرارته من حرق الغاز الطبيعى في الولاعات .

الحمل الاساسى للشركة يبلغ حوالى ٣٠٢٨ كيلووات يمكن استخدام توربين غازى سعة ٣,٠٢٨ ميجاوات يؤمن إمداد رشاشات المجففات بالهواء الساخن عن طريق استخدام عادم احتراق غرفة الاحتراق للتوربين الغازى كما يؤمن التوربين الغازى الحمل الاساسى للشركة والذى يبلغ ٣٠٢٨ كيلووات .

* الـــوفـــر

إستخدام التوربين الغازى لتوليد الكهرباء بالمصنع يخفض الحمل الاقصى بحوالى ٣,٠٢٨ ميجاوات بوفر في التكلفة يقدر بحوالى ٤٥٢٤٧٦٨ جنيه / سنة والتكلفة الاستثمارية لوحدة التوربين الغازى حوالى ٥٦٥٦٠٠٠ جنيه بفترة استرداد لراس المال حوالى ٢,٢٤ سنة .

* الاجـــراء

تقترح الدراسة تركيب وحدة توربين غازى سعة ٣,٠٢٨ ميجاوات لتامين الحمل الاساسى للشركة ٣٠٢٨ كيلووات والحرارة اللازمة لمجففات الهواء الساخن .

وقد امكن تطبيق تكنولوجيا التوليد المشترك في صناعات ورقية حالة (٢) وصناعات غذائية حالة (١) .

٢ - ١١ إدارة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها : صناعات غذائية حالة (٣)

تنتج الشركة المنتجات الغذائية كالزبد والزيوت كما تنتج مساحيق التنظيف والصابون والجلسرين الطبى . و تعمل الشركة ٣ ورديات ٣٠٠ يوم في السنة . وتشمل العمليات الصناعية بالمصنع تنقية الزيوت وازالة الرائحة والهدرجة وتوليد البخار وتحليل المياه لانتاج الهيدروجين وينتج الاكسجين كعادم صناعى يتم التخلص منه في الجو عن هذه العملية .

العائد من تعبئة الأكسجين وبيعه = ٣٧٥٠٠٠ جنيه / سنة .

* الــــوصــــف

من العمليات الأساسية بالشركة تحليل المياه لإنتاج الهيدروجين المستخدم في عملية هدرجة الزيوت ويتخلف عن هذه العملية الأكسجين كناتج ثانوى لايتم الاستفادة منه ويتم طرده إلى الهواء الجوى بمعدل ٢٥٠٠٠٠ نيوتن . م^3 / سنة

* الــــوفــــر

بإعادة تعبئة الأكسجين في اسطوانات وبيعه يمكن أن تحقق الشركة عائد مادى يصل إلى ٣٧٥٠٠٠ جنيه / سنة حيث يستخدم في الأغراض الطبية والصناعية .

* الاجـــراء

تقترح الدراسة تركيب وحدة تعبئة للأكسجين (تشمل على عدد (٢) ضاغط وعدد (٢) مضخة) بسعة ١٠٠ نيوتن . م٣ / ساعة وبضغط تشغيل ١٥٠ بار أحدهما في الخدمة والاخر احتياطى والوحدة مزودة بأجهزة تحكم وشاشات مراقبة لضمان جودة الأكسجين المنتج وتتكلف هذه الوحدة حوالى ٢٠٠٠٠٠٠ جنيه بفترة استرداد لرأس المال حوالى ٥,٣ سنة وبدون اى تكلفة استثمارية اخرى حيث يتم اعادة ملأ الاسطوانات للمستهلكين .

تم تطبيق هذه الفرصة في صناعات غذائية حالة (٢) وخزف وسيراميك حالة (١) .

ترشيد الطاقة والبيئة :-

عند تطبيق فرص ترشيد الطاقة المقترحة بالصناعات موضع الدراسة يمكن توفير كميات من الوقود والطاقة الكهربية والمياه وليس هذا كل الموضوع بل تم ايضا حماية البيئة من التلوث الناتج عن حرق كميات كبيرة من الوقود حيث تنطلق كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحرارى وهذا يؤدى بالسلب على البيئة المحيطة بنا .

جدول رقم (٤) يوضح معاملات الانبعاثات المستخدمة

جدول رقم (٥) يوضح كمية الانخفاض الحادث في الانبعاثات لكل شركة من الشركات موضع الدراسة .

جدول رقم (٤) معاملات الانبعاثات

نوع الوقود	طن ثاني اكسيد الكربون / طن وقود	طن ثاني اكسيد الكبريت / طن وقود	طن اكاسيد نتروجين / طن وقود	طن اول اكسيد الكربون / طن وقود
مازوت	٣,١٠٩٤	٠,٠٦٨٨	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٠٠٤٣
سولار	٣,٢٠٩٣	٠,٠٧١٠	٠,٠٠٣٨	٠,٠٠٠٠٤٤
غاز طبيعى	٢,٦١١٥	٠,٠٥٧٧	٠,٠٠٣١	٠,٠٠٠٠٣٦

جدول رقم (٥) الانخفاض المتوقع في كمية الانبعاثات عند تطبيق فرص الترشيد

م	البيان	الوفر في ثانى اكسيد الكربون طن / سنة	الوفر في ثانى اكسيد الكبريت طن / سنة	الوفر في اكاسيد النيتروجين طن / سنة	الوفر في اول اكسيد الكربون طن / سنة
١	غزل ونسيج حالة (١)	٨٧٤٦,٤	١٩٣,٥	١٠,٤١	١,٢
٢	غزل ونسيج حالة (٢)	١٠٧٥٩,٢	٢٣٨	١٢,٨	١,٤٩
٣	غزل ونسيج حالة (٣)	٣٩٥٢	٨٧,٥	٤,٧٠	٠,٥٤٦
٤	غزل ونسيج حالة (٤)	٤٠٦٠,٩	٨٩,٨٥	٤,٨٣	٠,٥٦
٥	صناعات ورقية حالة (١)	١٥٧١٦,٥	٣٤٧,٧٤	١٨,٧٠	٢,١٧
٦	صناعات ورقية حالة (٢)	٤٢٧٩,١	٩٤,٧	٥,٠٩	٠,٥٩٢
٧	صناعات ورقية حالة (٣)	٥٨٢٠,٨	١٢٨,٨	٦,٩٣	٠,٨٠
٨	صناعات غذائية حالة (١)	٢٢٤٤,٤	٤٩,٦٥	٢,٦٧	٠,٣١
٩	صناعات غذائية حالة (٢)	١٢٨,٨	٢,٨٥	٠,١٥	٠,٠٢
١٠	صناعات غذائية حالة (٣)	٧١٦٠	١٥٨,٤٢	٨,٥٢	٠,٩٩
١١	صناعات معدنية حالة (١)	٢٠٥,٥٣	٤,٥٥	٠,٢٤	٠,٠٣
١٢	خزف وسيراميك حالة (١)	١٣٥٠,٤	٢٩,٨٤	١,٦	٠,١٨٦١
١٣	بلاستيك حالة (١)	٣٠,٨٨	٠,٦٩	٠,٠٤	٠,٠٠٤
	الاجمالى	٦٤٤٥٤,٩١	١٤٢٦,٠٩	٧٦,٦٨	٨,٩٠

الخلاصة

بعد اجراء مراجعات الطاقة في الشركات المختلفة موضع الدراسة تم اقتراح العديد من التوصيات للتدخل في العملية الانتاجية للمصنع بهدف التقليل من استهلاك الوقود والطاقة الكهربية والمياه بما يؤدى إلى تقليل معدلات انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى حيث تعرضنا بالدراسة لعدد ١٣ شركة تغطى القطاعات الصناعية الاساسية بالاسكندرية .

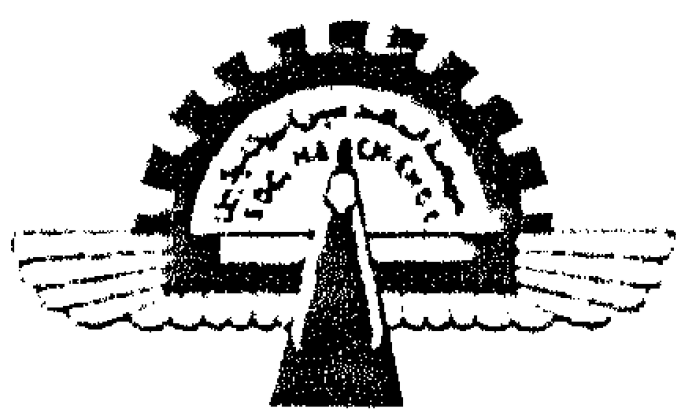
المراجع :

1- Demand Side Management July 1994
Revised and published by : Energy conservation and Environment project (ECEP)
2- Introduction Energy Survey (Training manual) Nov.1996
Revised and published by : Energy conservation and Environment project (ECEP)
3- Combustion Efficiency Tables 1992
By : Harray Taplin , P.E. published : The Fairmont press , Snc

٤ – اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤
جهاز شئون البيئة ١٩٩٩

جمعية المهندسين المصرية

جمعية المهندسين الميكانيكيين



المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفيه الثالثة

فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

5/8

مساهمة المكثفات الاستاتيكية في ترشيد الطاقة والحفاظ علي البيئة في المنشآت الصناعية

د/ كامليا يوسف

م/ كامليا جبران

م/ رحاب عثمان

مساهمة المكثفات الاستاتيكية فى ترشيد الطاقة
والحفاظ على البيئة بالمنشآت الصناعية

د.كاميليا يوسف   م. كاميليا جبران   م. رحاب عثمان

شركة كهرباء الاسكندرية

الاسكندرية – مصر

ملخص

خلال العشر سنوات الأخيرة شاركت شركة كهرباء الاسكندرية فى ثلاث مشروعات استرشادية لترشيد استخدام الطاقة والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة بغرض توعية المنشآت الصناعية والتجارية والسكنية بطرق وتكنولوجيات وفوائد وتطبيقات فرص ترشيد استخدام الطاقة بالاضافة إلى هدف هام وهو نقل تكنولوجيات ترشيد استخدام الطاقة من الدول المتقدمة إلى شركة كهرباء الاسكندرية .

تمتاز مدينة الاسكندرية باحتوائها على جميع الأنشطة الصناعية مثل : الغزل والنسيج والورق والأغذية والبلاستيك والكيماويات ... وتمثل الأحمال الصناعية حوالى ٤٠% من اجمالى أحمال مدينة الاسكندرية .

ولقد تم مسح وعمل موازنة للطاقة المستهلكة بعشرات المنشآت بمدينة الاسكندرية وكانت جميعها مشتركة فى التوصية بتركيب مكثفات استاتيكية لتعويض القدرة غير الفعالة اللازمة لتحسين معامل القدرة .

ومن المميزات المتعددة للمكثفات الاستاتيكية :

تحسين معامل القدرة ، تجنب دفع فروقات انخفاض معامل القدرة ، تحسين الجهد ، تقليل المفقودات ، الوفر فى الطاقة (نتيجة الوفر فى الفقد) والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة بالاضافة الى سهولة تركيبها وصيانتها.

تعرض هذه الورقة نشاط شركة كهرباء الاسكندرية فى مجال دراسة وتركيب وصيانة المكثفات الاستاتيكية بالاضافة إلى أمثلة تطبيقية تمت بمنشآت صناعية مختلفة بالاسكندرية .

مقدمة

تتمثل أغلب أحمال المصانع فى المحركات والكترونيات القوى ، وهذه تحتاج فى عملها إلى عملية المغنطة والتى بدورها تؤدى الى انخفاض معامل القدرة .لذلك فإن معظم الأحمال الصناعية تتصف بأنها ذات معامل قدرة منخفض . وهذا يؤدى إلى أن المستهلك يدفع مبالغ كبيرة سنوية مقابل الاستهلاك المتمثل فى انخفاض معامل القدرة والذى من مظاهره زيادة القدرة الظاهرية المستهلكة من المنشأة .

للتغلب على ذلك يتم تركيب لوحات مكثفات استاتيكية تحسن معامل القدرة ومن فوائدها :

- الاعفاء من دفع فروقات انخفاض معامل القدرة وفقا لشروط التعاقد مع شركات الكهرباء
- تقليل القدرة الظاهرية للمستهلك مما يؤدى إلى زيادة السعة المتاحة المأخوذة من محولات التوزيع المغذية للأحمال .
- تحسين واستقرار الجهد
- تخفيض الفقد فى مكونات الشبكات مثل الكابلات ، الخطوط والمحولات

نشاط شركة كهرباء الاسكندرية فى مجال المكثفات الاستاتيكية

اهتمت شركة كهرباء الاسكندرية بتقديم خدمة قياسات وعمل دراسات تركيب وتشغيل وصيانة مكثفات تحسين معامل القدرة لأحمال المنشآت الصناعية والتجارية . ويستخدم فى ذلك أجهزة حديثة ومتطورة لقياس وتحليل بيانات الطاقة الكهربية . وباستخدام هذه البيانات يمكن تحديد المواصفات الفنية للمكثفات المطلوبة .

وقد قامت شركة كهرباء الاسكندرية بإجراء قياسات واعداد تقرير تفصيلى لعدد ٣٢٨ منشأة صناعية وتجارية . ولقد استجابت منهم أعداد كبيرة (١٢٣ منشأة) لتركيب مكثفات تحسين معامل القدرة ، وبعضهم تم التركيب بمعرفتهم .

ويوضح جدول (١) حصر لعدد وقدرة المكثفات المركبة بمعرفة شركة كهرباء الاسكندرية .

جدول(١) بيان بالمنشآت وعدد وقدرة المكثفات المركبة

نشاط المنشأة	عدد المنشآت	عدد لوحات المكثفات	اجمالى قدرة المكثفات ك.ف.ا.ر
١-صناعات غذائية	٢٦	٦١	١٦٤٨٠
٢- صناعات بلاستيك	٦	٧	١٢٩٠
٣- صناعات نسيج	١٤	١٩	٣٩٥٥
٤- صناعات كيماوية	١٥	١٥	٤١٠٠
٥- صناعات خشبية	٤	٨	١٥٥٠
٦- بنوك	٨	٨	٤٩٥
٧- مستشفيات	٤	٦	٥٩٥
٨- قطاع البترول	٤	٦	١٨٠٠
٩- صناعات حديدية	٥	٨	١٩٠٥
١٠- صناعات ورقية	٤	١٤	٣٢٠٠
١١- صناعات جلدية	٢	٧	١٨٠٠
١٢- منظفات	٤	١١	٢٦٧٠
١٣- أخرى *	٢٦	٥٥	١٠٦٨٢
الاجمالى	١٢٣	٢٢٢	٥٠٥٢٢

* الأخرى مثل الفنادق ، محطات البنزين ، الملاهى ،محطات المياه ومحطات الصرف الصحى......

وفى مجال الصيانة تمتاز شركة كهرباء الاسكندرية بخدمة ما بعد البيع . حيث أنها بعد تنفيذ الدراسة وتركيب لوحة تحسين معامل القدرة تقدم ضمان لمدة عام منذ تاريخ التركيب ، وفيه يتم متابعة اللوحة وسلامة أدائها ومكوناتها بما يضمن المحافظة على معامل القدرة المرجو .

كذلك تقوم الشركة أيضا بالتعاون مع المشتركين بعمل عقد صيانة دورية للوحات المكثفات المركبة بمعرفتها أو لوحات المكثفات المنفذة والمركبة بمعرفة المشتركين ، حيث يتقدموا بطلب مراجعتها والتعاقد على صيانتها .

هذا العقد السنوى يضمن صيانة دورية شاملة للوحات ٤ مرات فى العام وكذلك صيانة غير دورية فى حالة قيام المشترك بالإبلاغ عن وجود عطل ما أو ما يظهر نتيجة المتابعة الشهرية من انخفاض فى كفاءة أى جزء من اللوحة أو تلفه . ويتم ذلك من خلال عقد الصيانة .

وحاليا يوجد عدد ٣٢ عقد صيانة مكثفات ل ٧٢ لوحة مكثفات .

دراسات حالة

يوضح هذا البند بعض دراسات الحالة والتى توضح نتائج قياسات المتغيرات الكهربائية مثل : التيار ، القدرة الظاهرية ، معامل القدرة ، القدرة الفعالة ، القدرة غير الفعالة لعدد ٤ منشآت انتاج (منسوجات ، مسامير ، سيراميك ، مواد غذائية) وذلك قبل وبعد تركيب المكثفات الاستاتيكية .

دراسة حالة (١) مصنع منسوجات

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتى أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ١٥٠ ك.ف.ا.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة .

ويوضح شكل (١) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٢) مصنع مسامير

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتى أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ٢٠٠ ك.ف.ا.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة .

ويوضح شكل (٢) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٣) مصنع سيراميك

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتى أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ٤٥٠ ك.ف.ا.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة.

ويوضح شكل (٣) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٤) مصنع مواد غذائية

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتى أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ١٢٥ ك.ف.ا.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة .

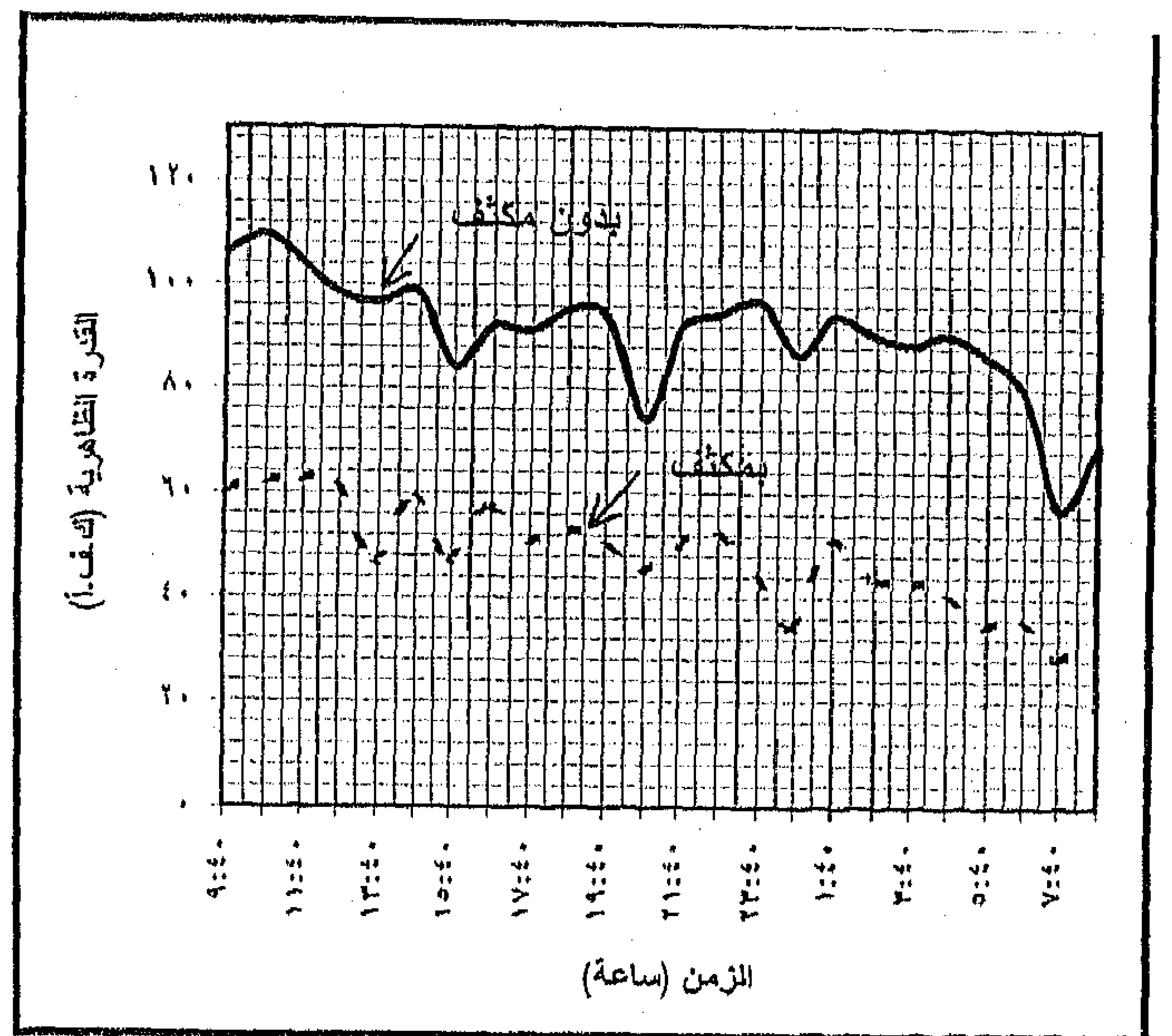
ويوضح شكل (٤) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربية قبل وبعد تركيب المكثف .

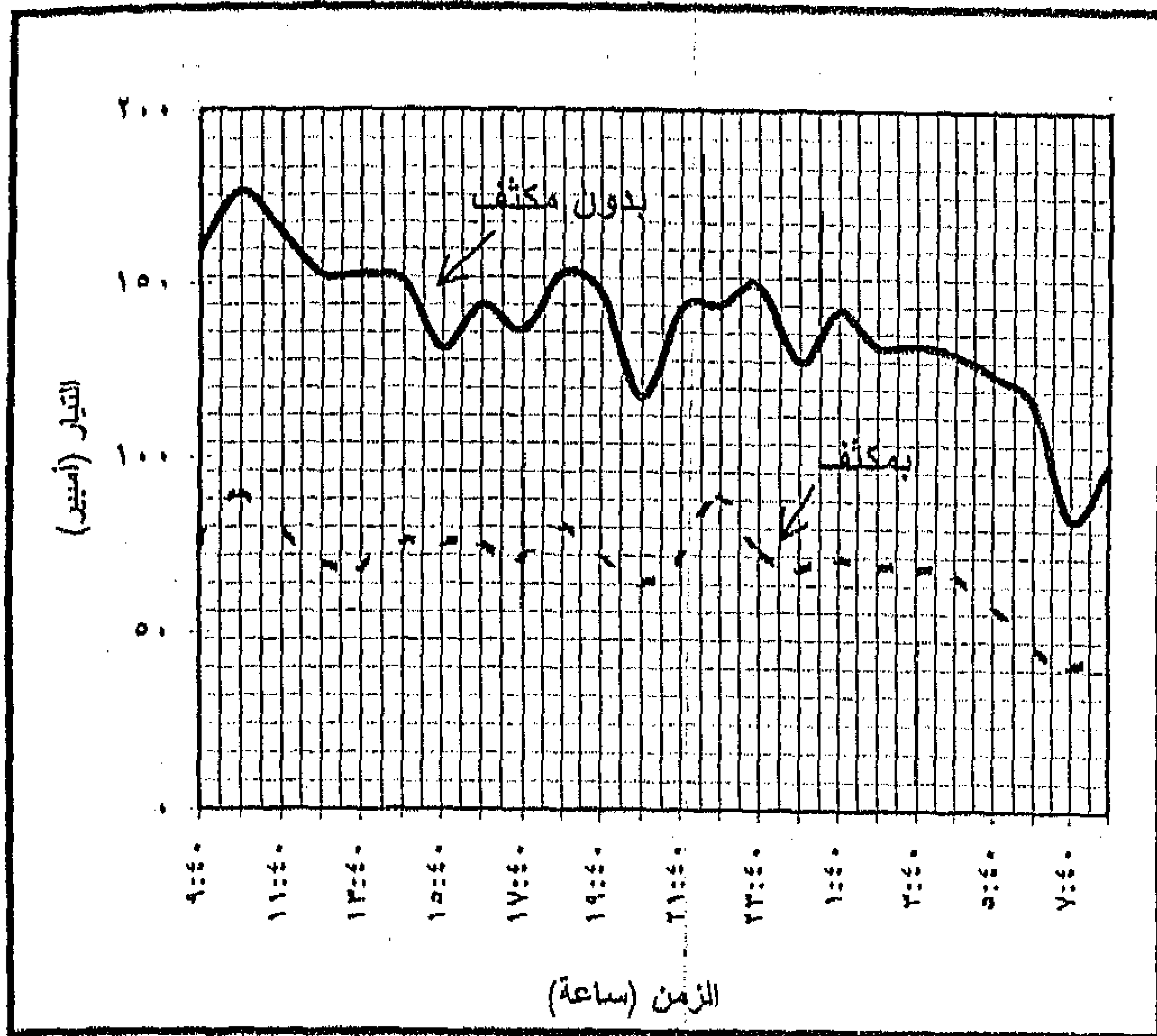
ويتضح من النتائج السابقة ما يلى :

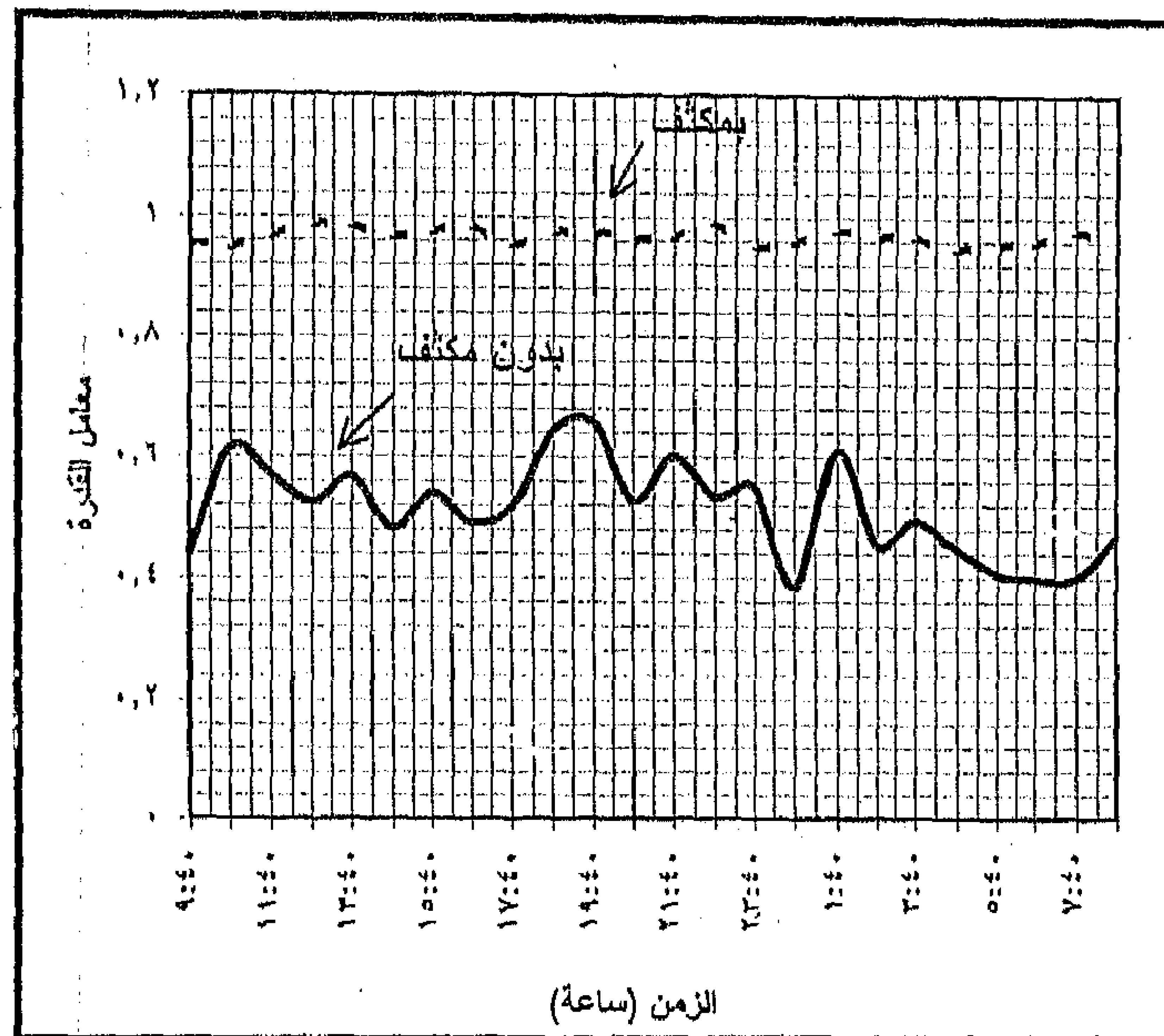
١-انخفاض تيار الحمل بنسبة ملحوظة حوالى (٣٠-٤٠ %) وبالتالى انخفاض القدرة الظاهرية

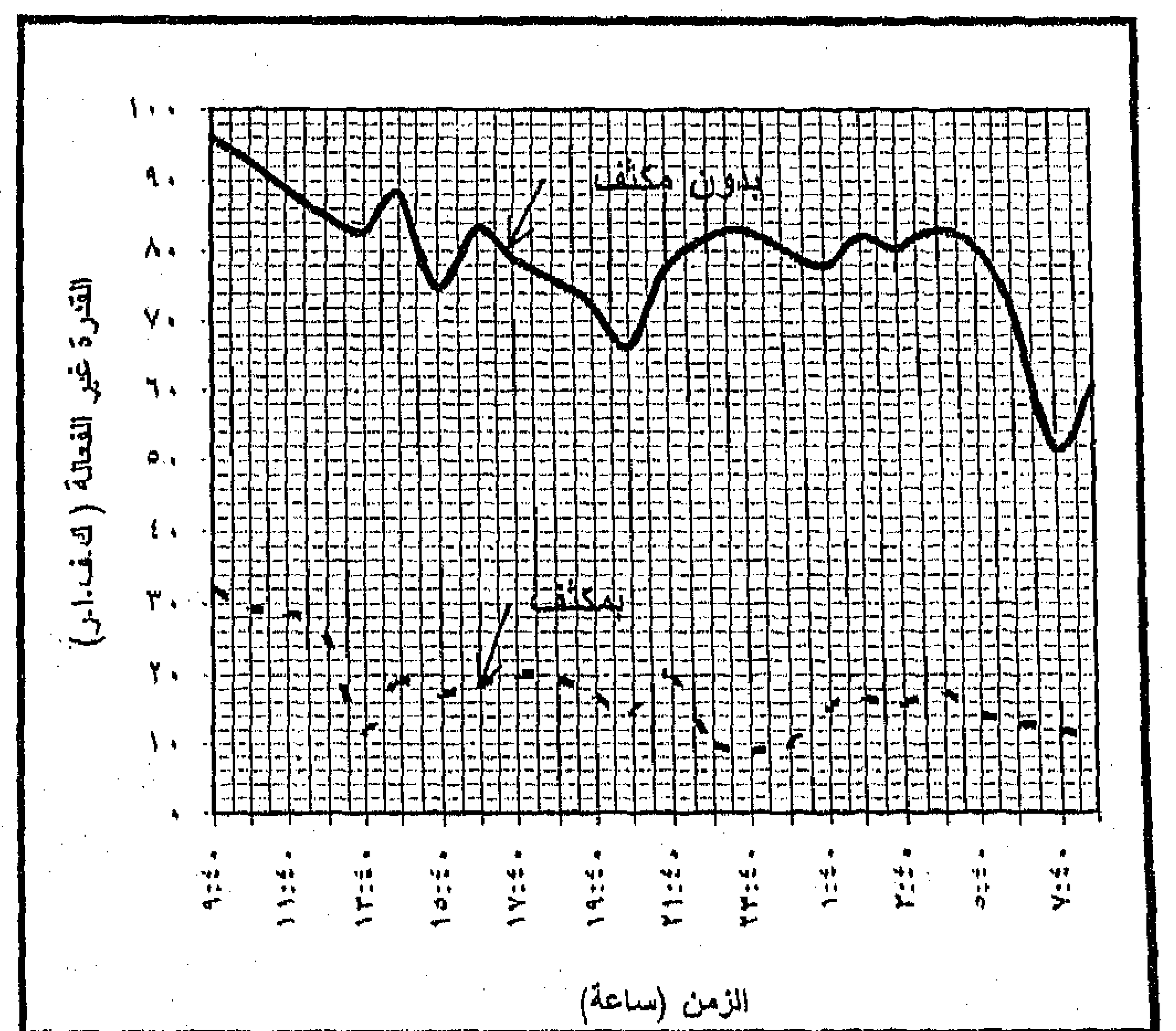
٢-تحسين معامل القدرة

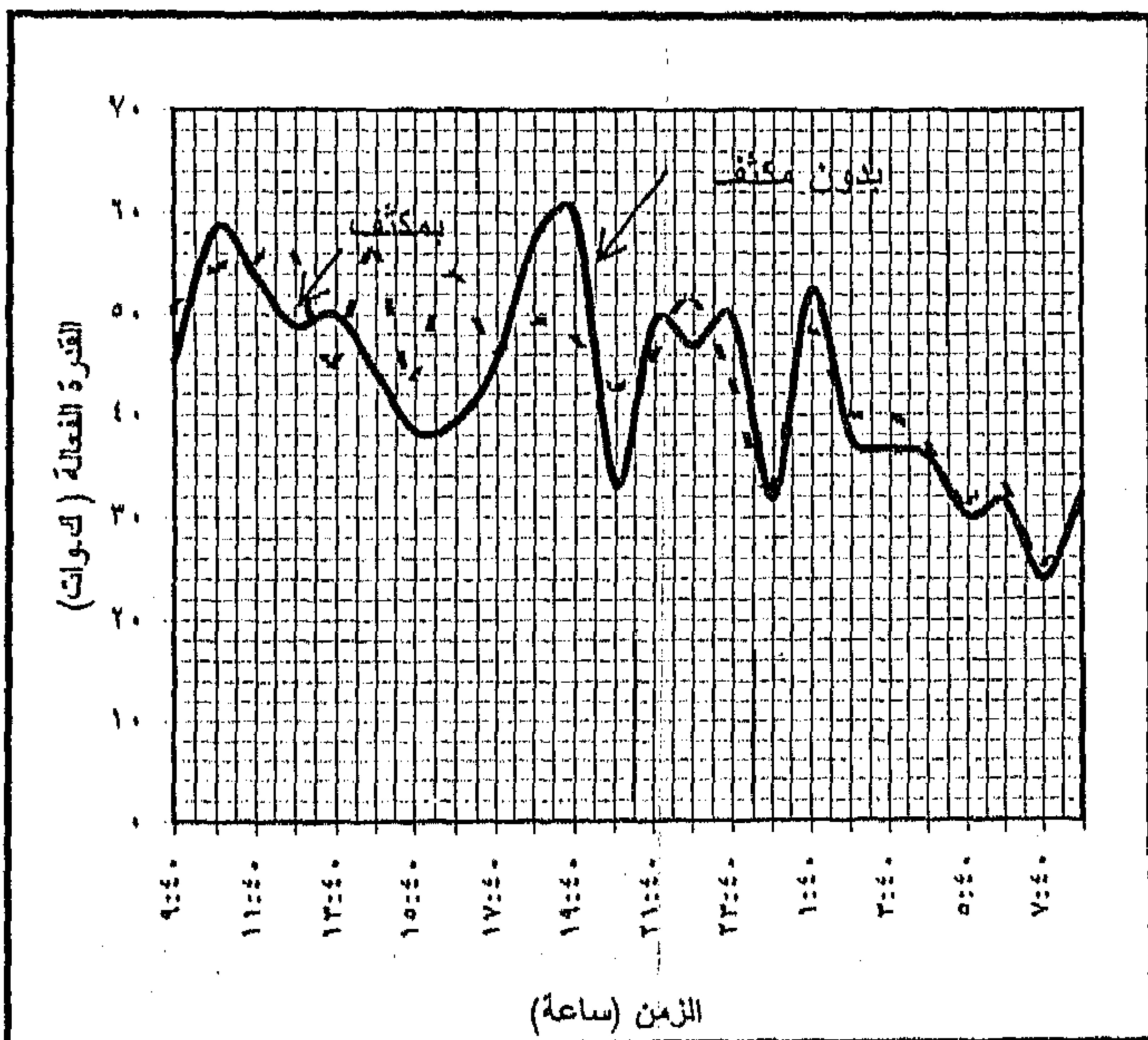
ويوضح جدول (٢) حدود هذه المتغيرات قبل وبعد تركيب المكثفات .



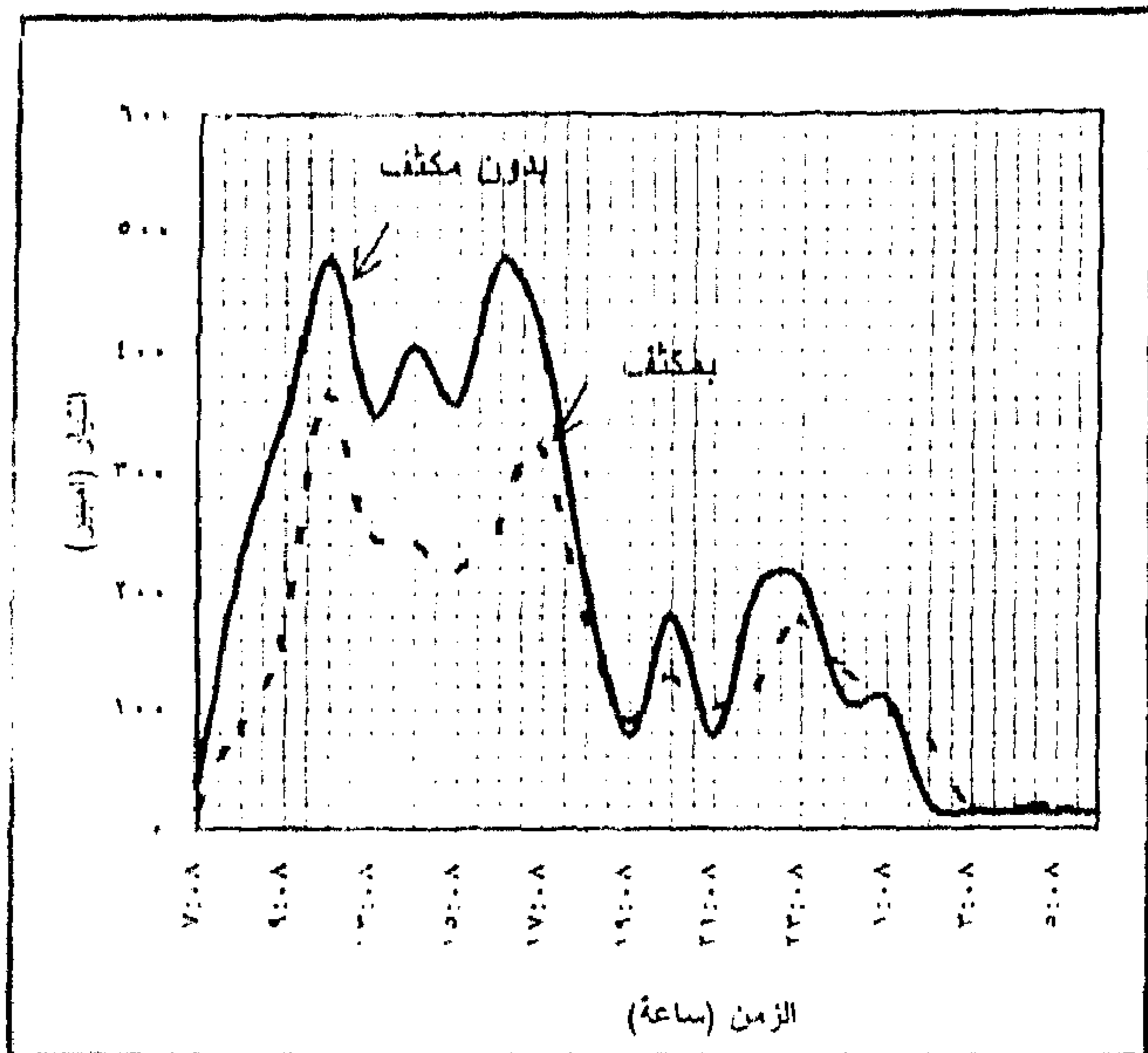


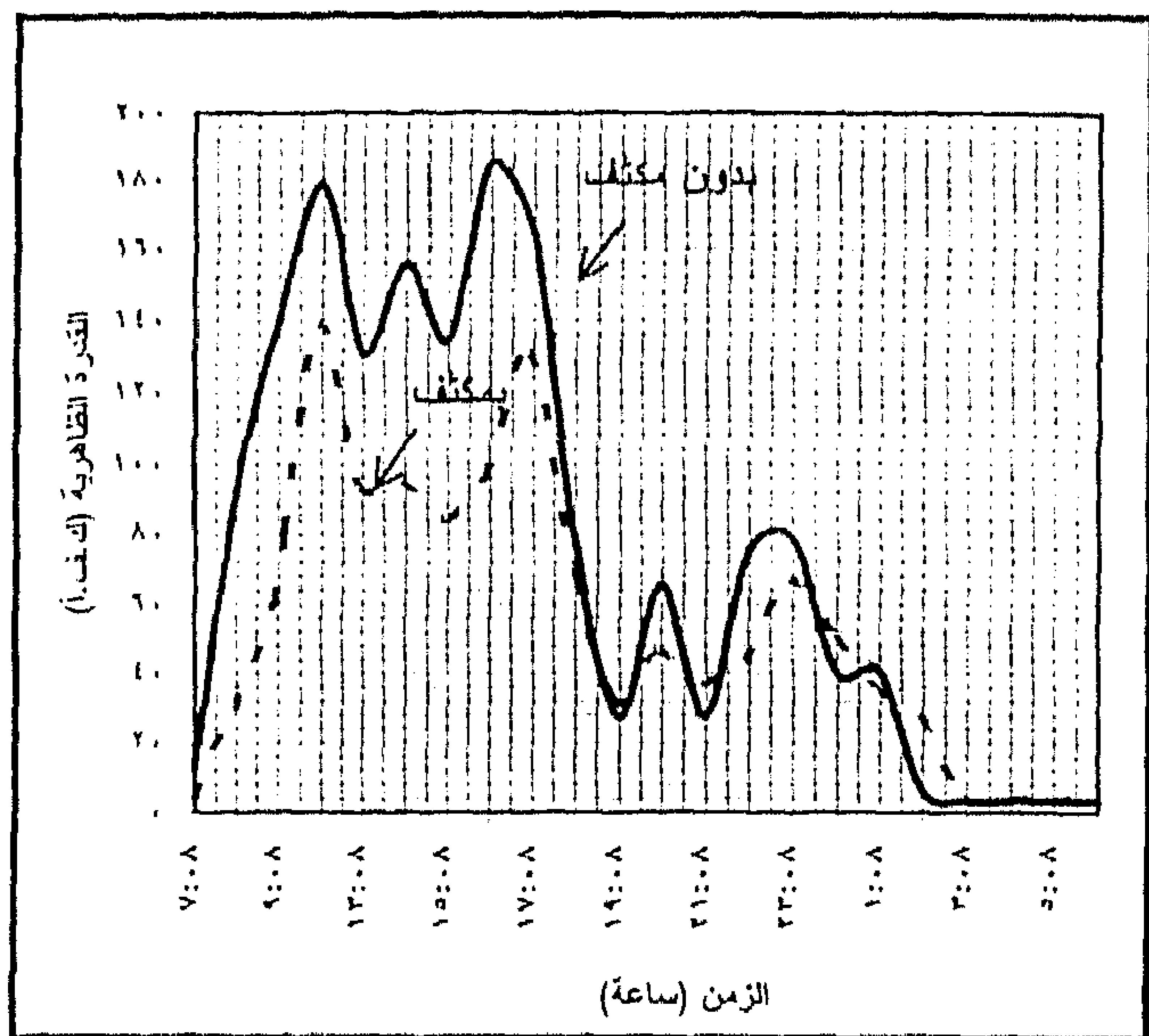


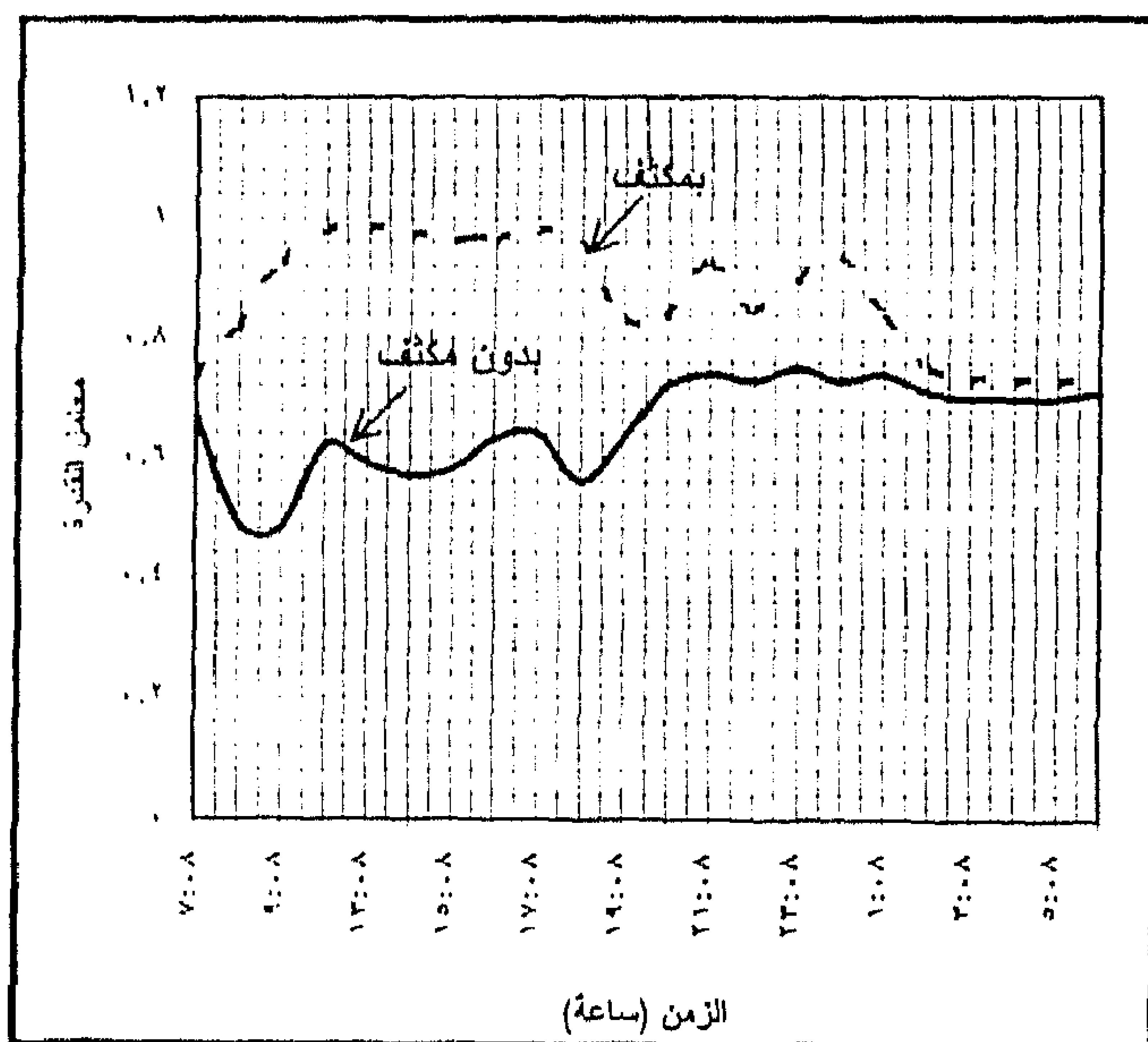


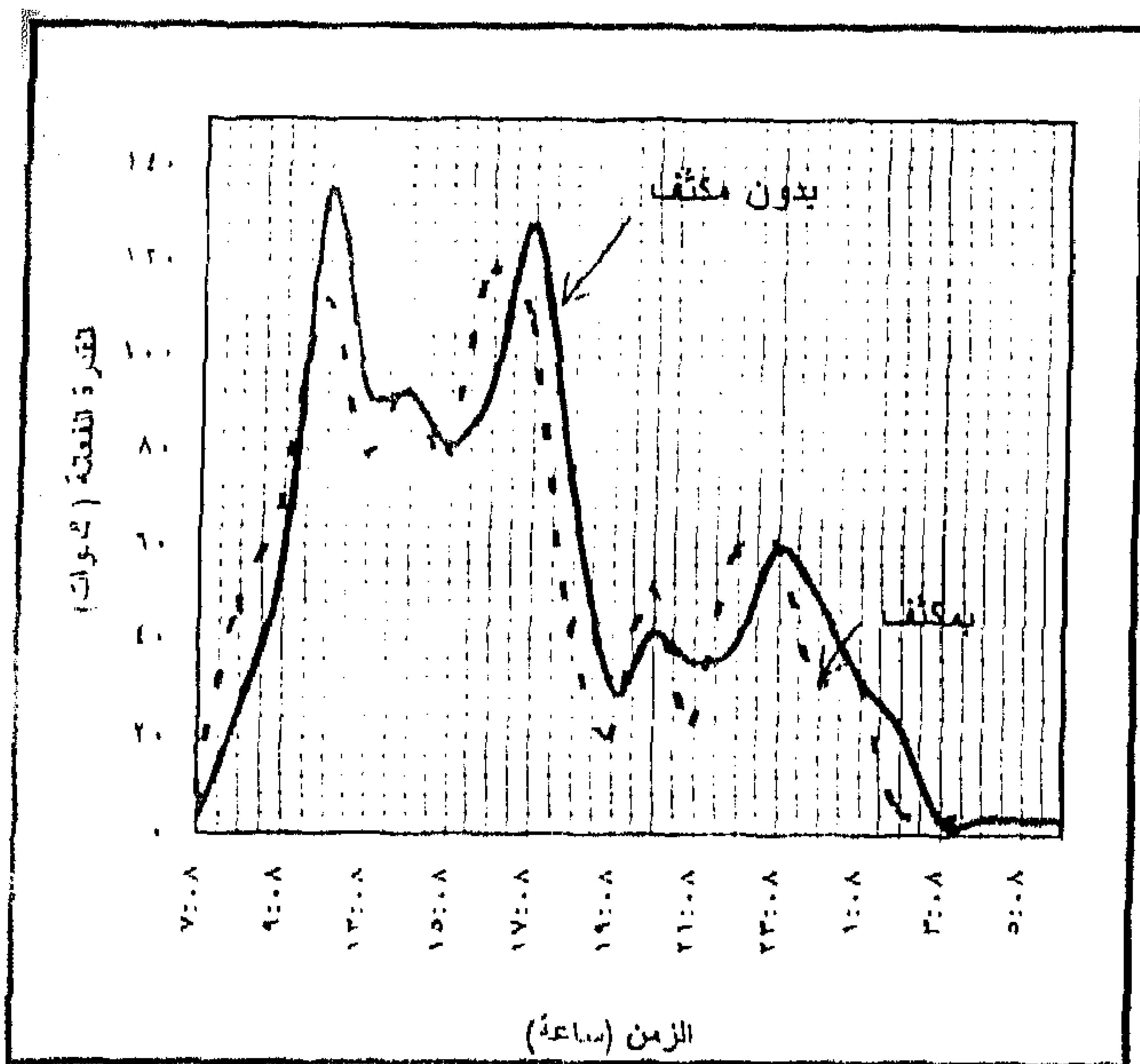


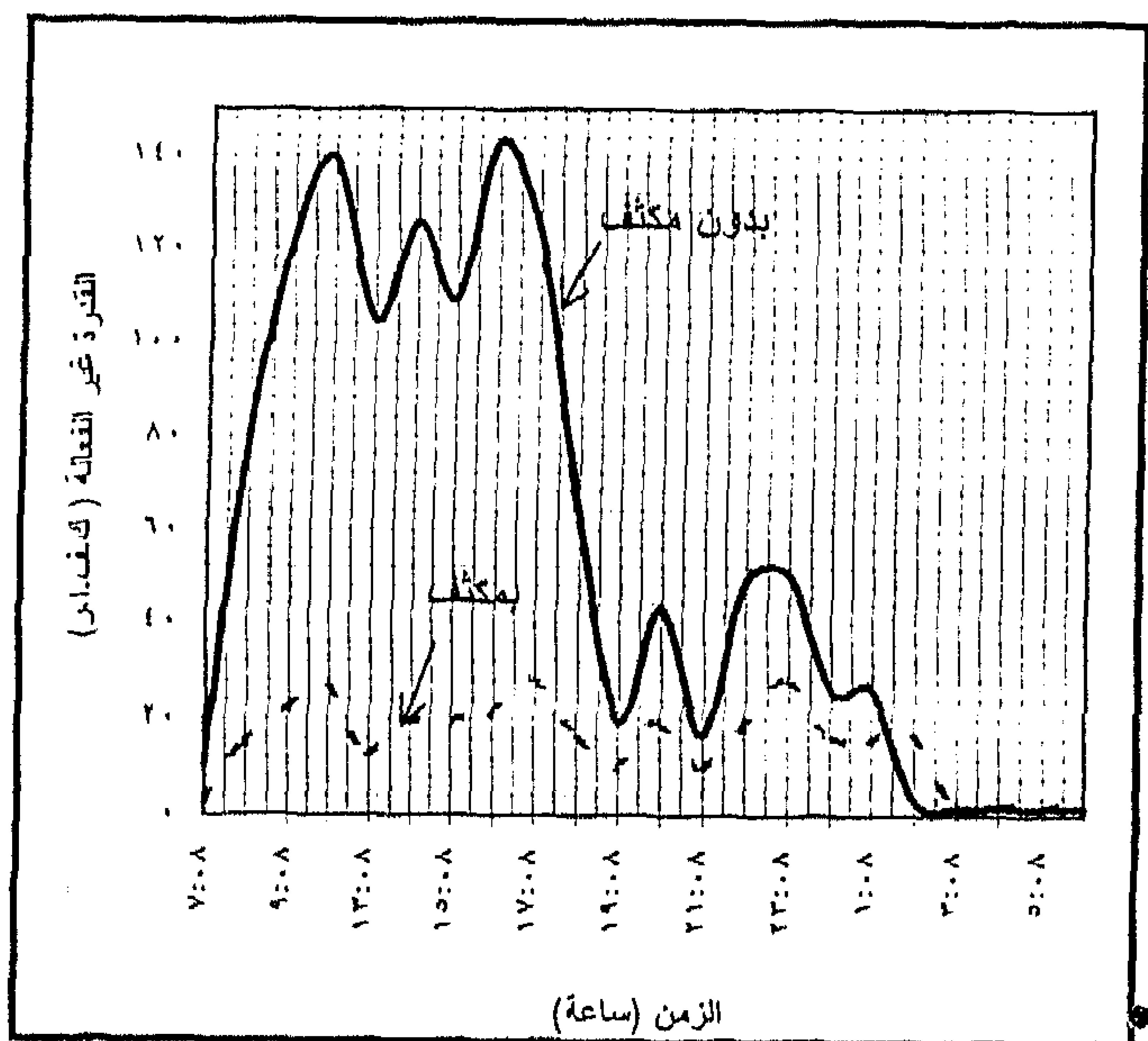
شكل (١) تغير منحنيات المتغيرات الكهربية مع الزمن قبل
وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (١) (منسوجات)



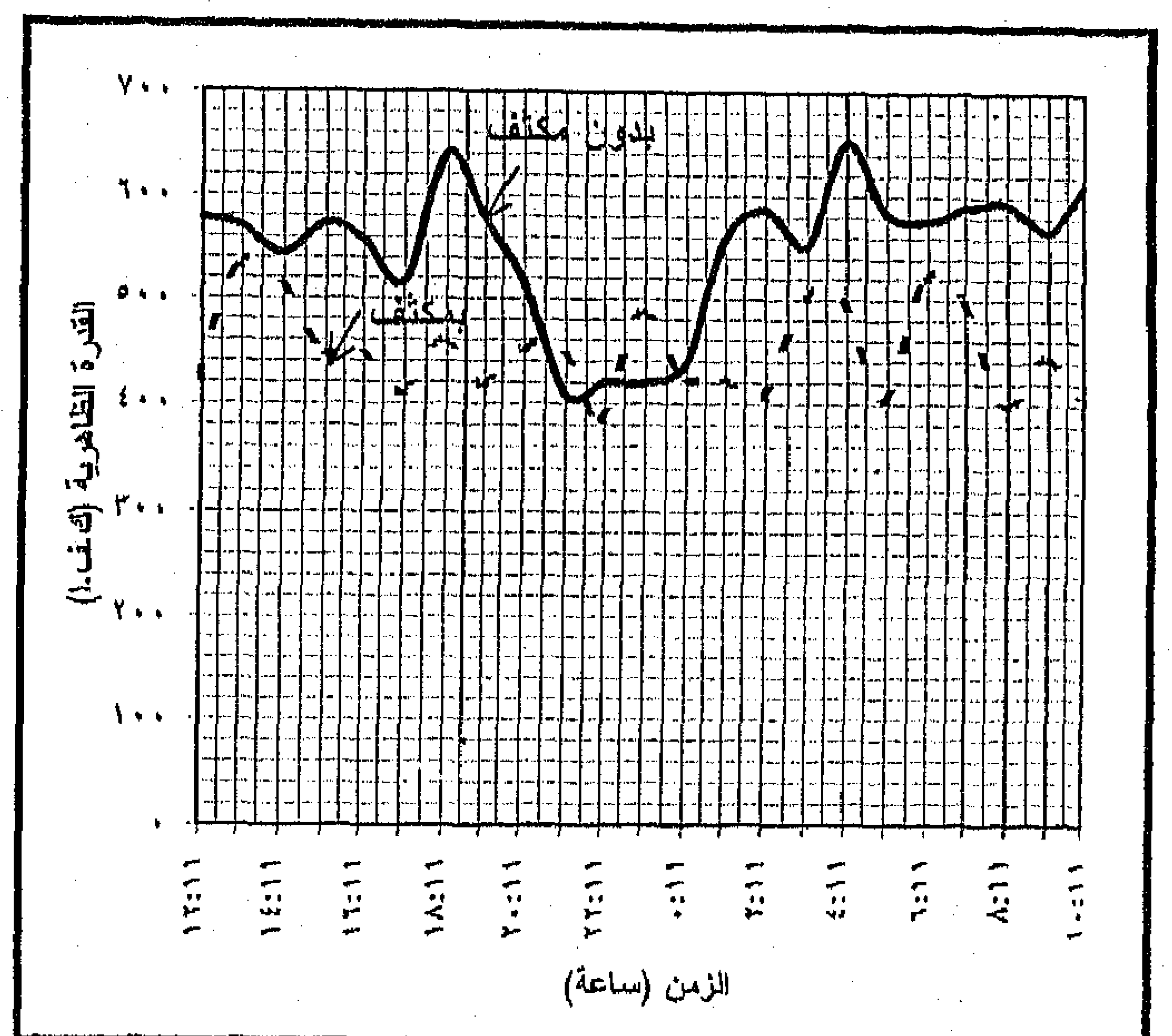


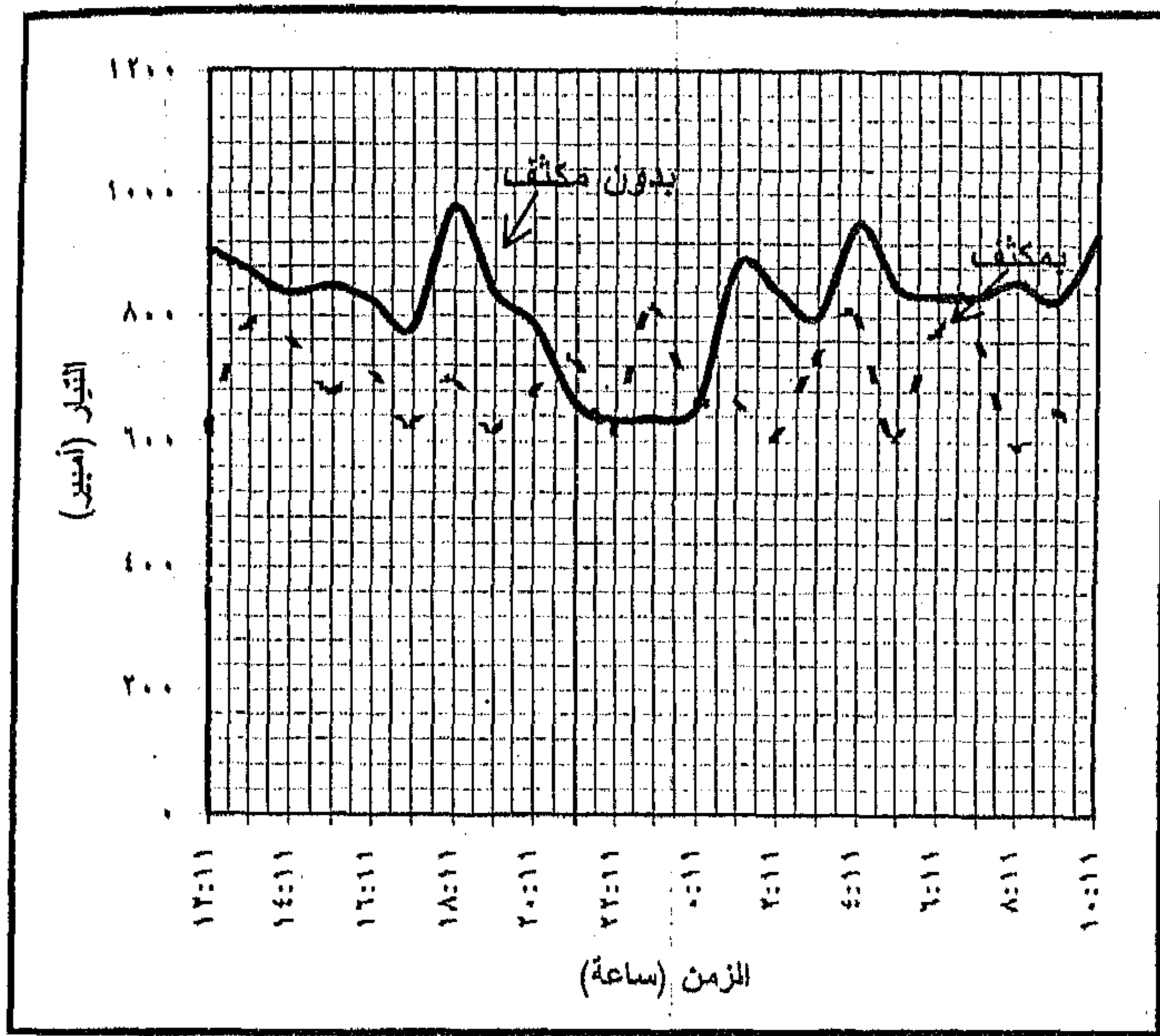


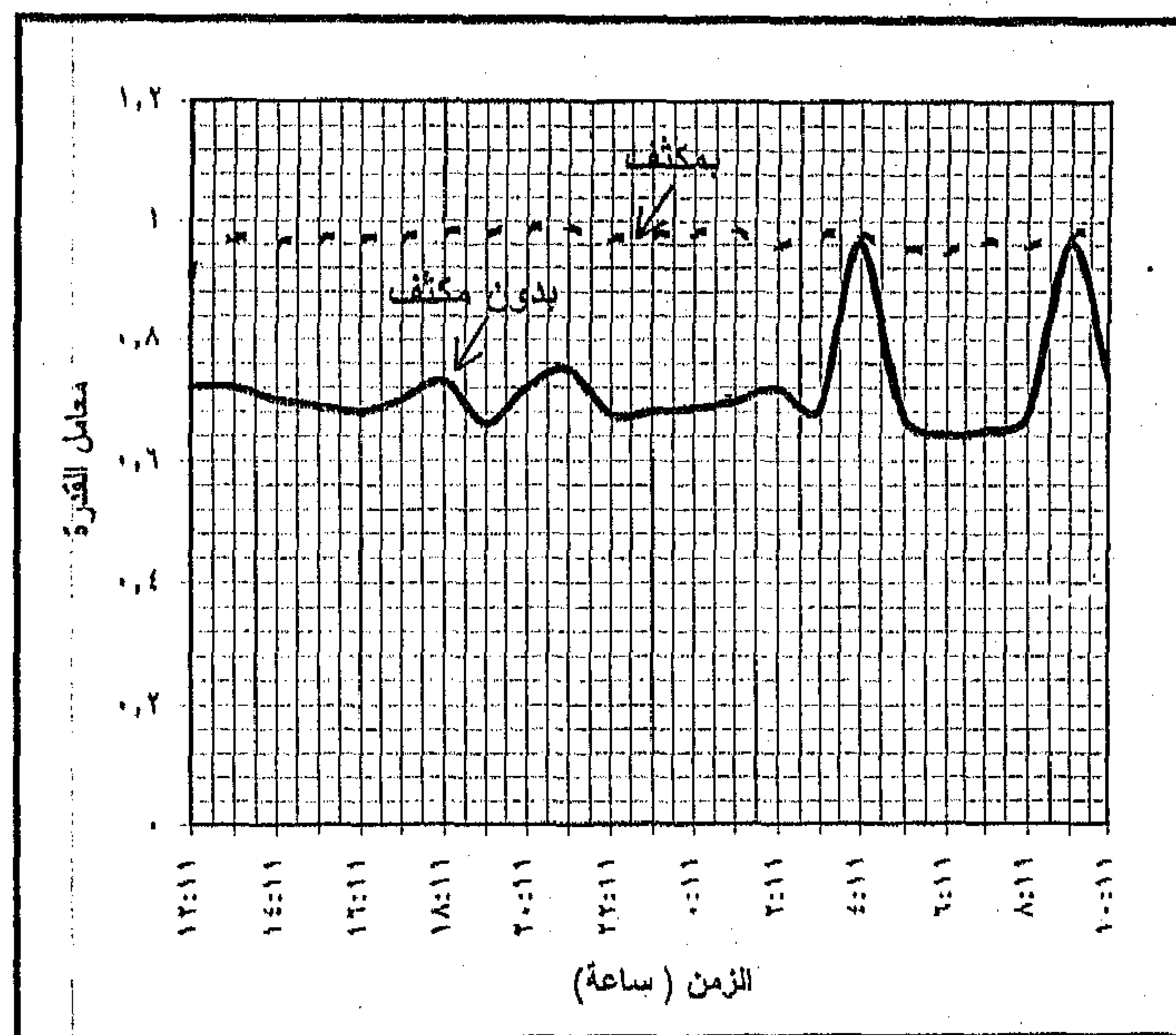


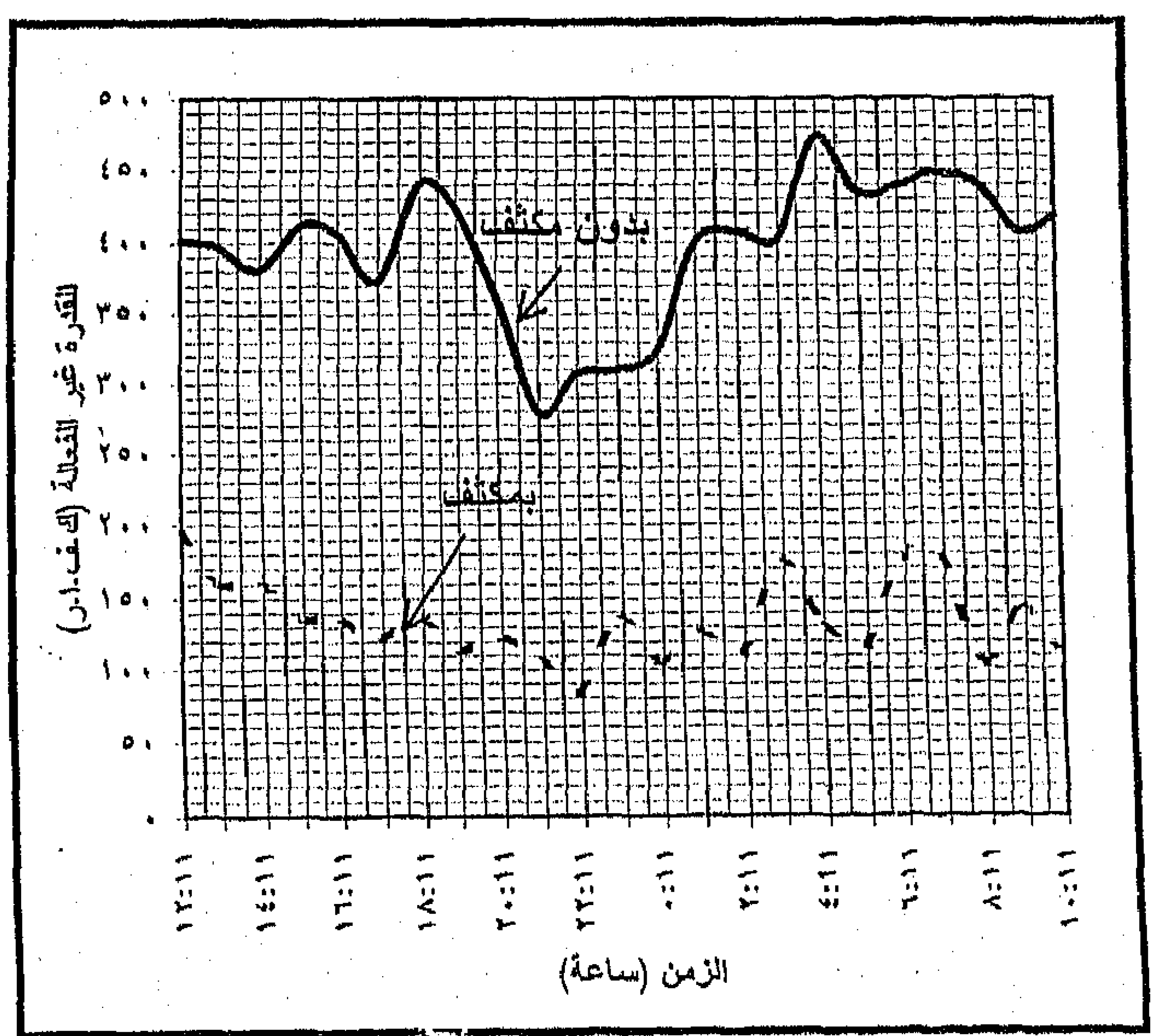


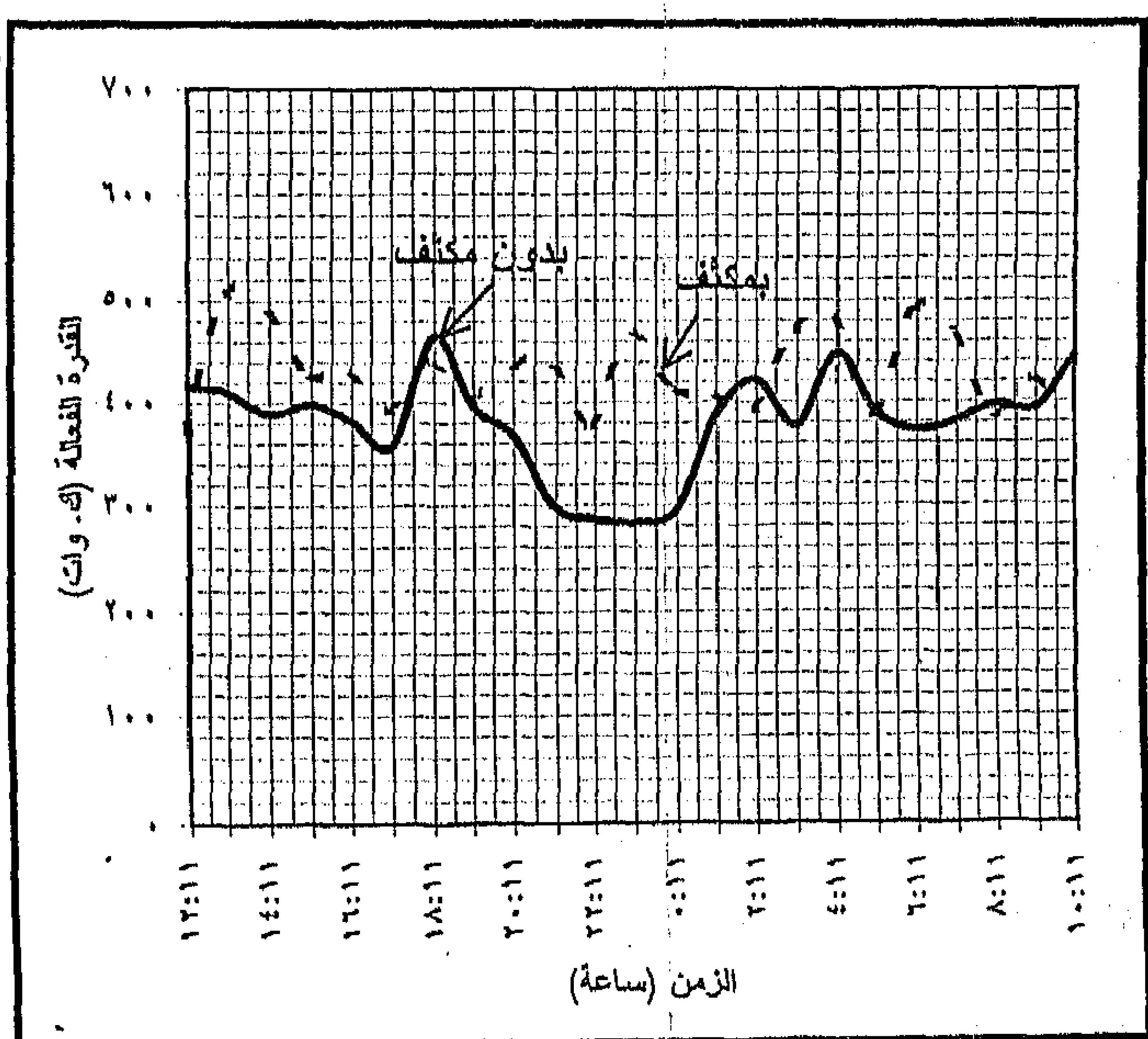
شكل (٢) تغير منحنيات المتغيرات الكهربية مع الزمن قبل
وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٢) (مسامير)



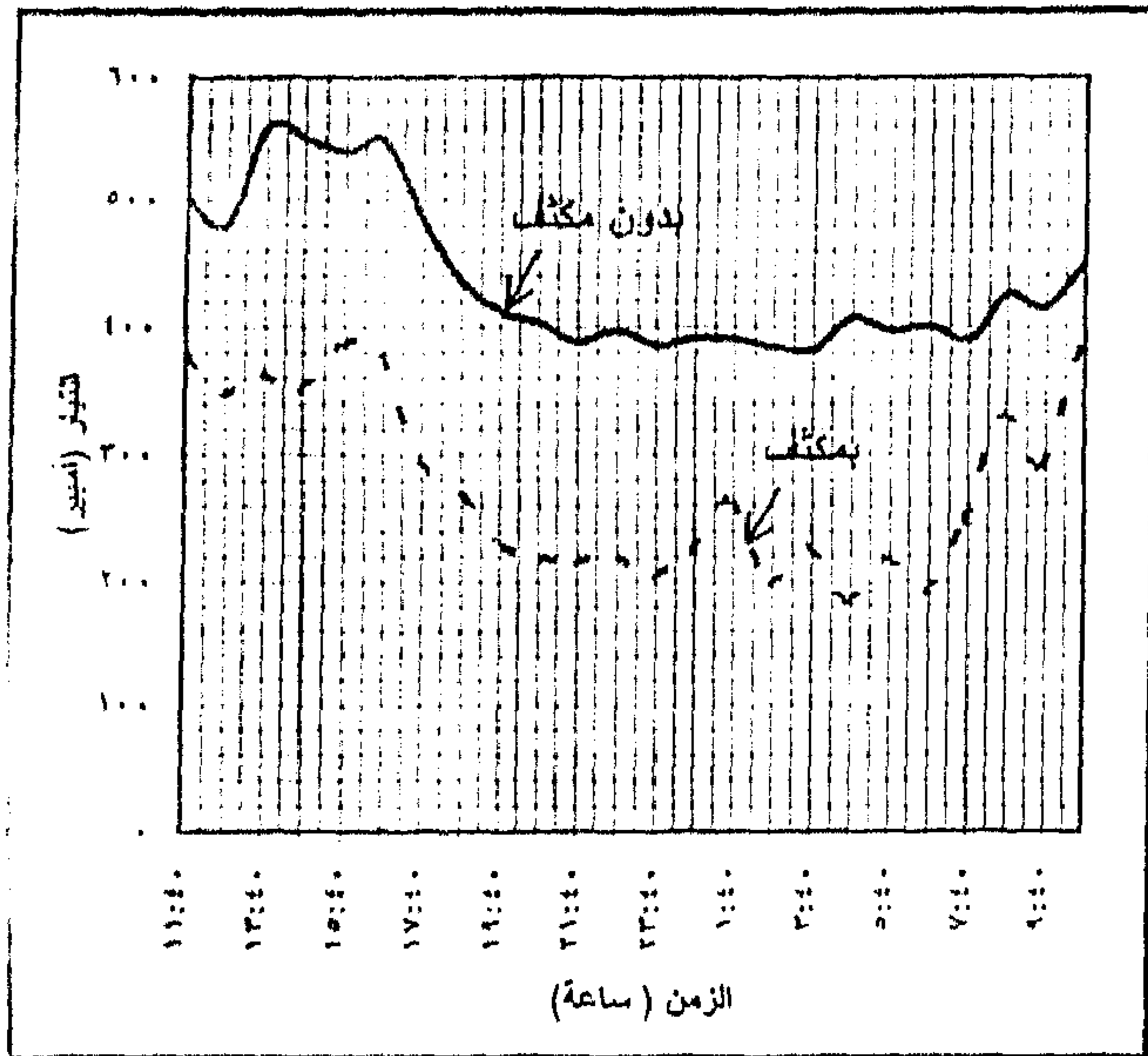


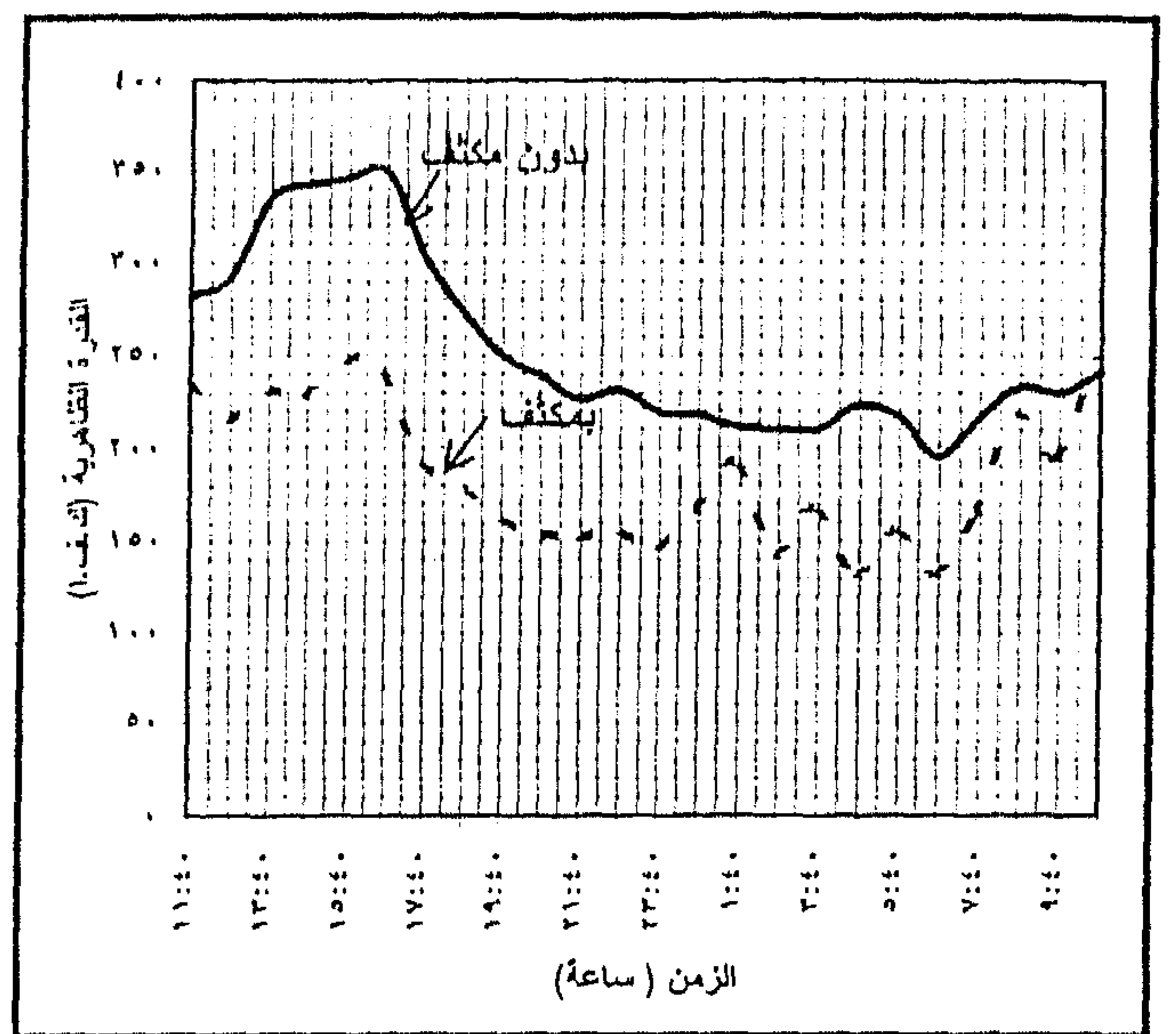


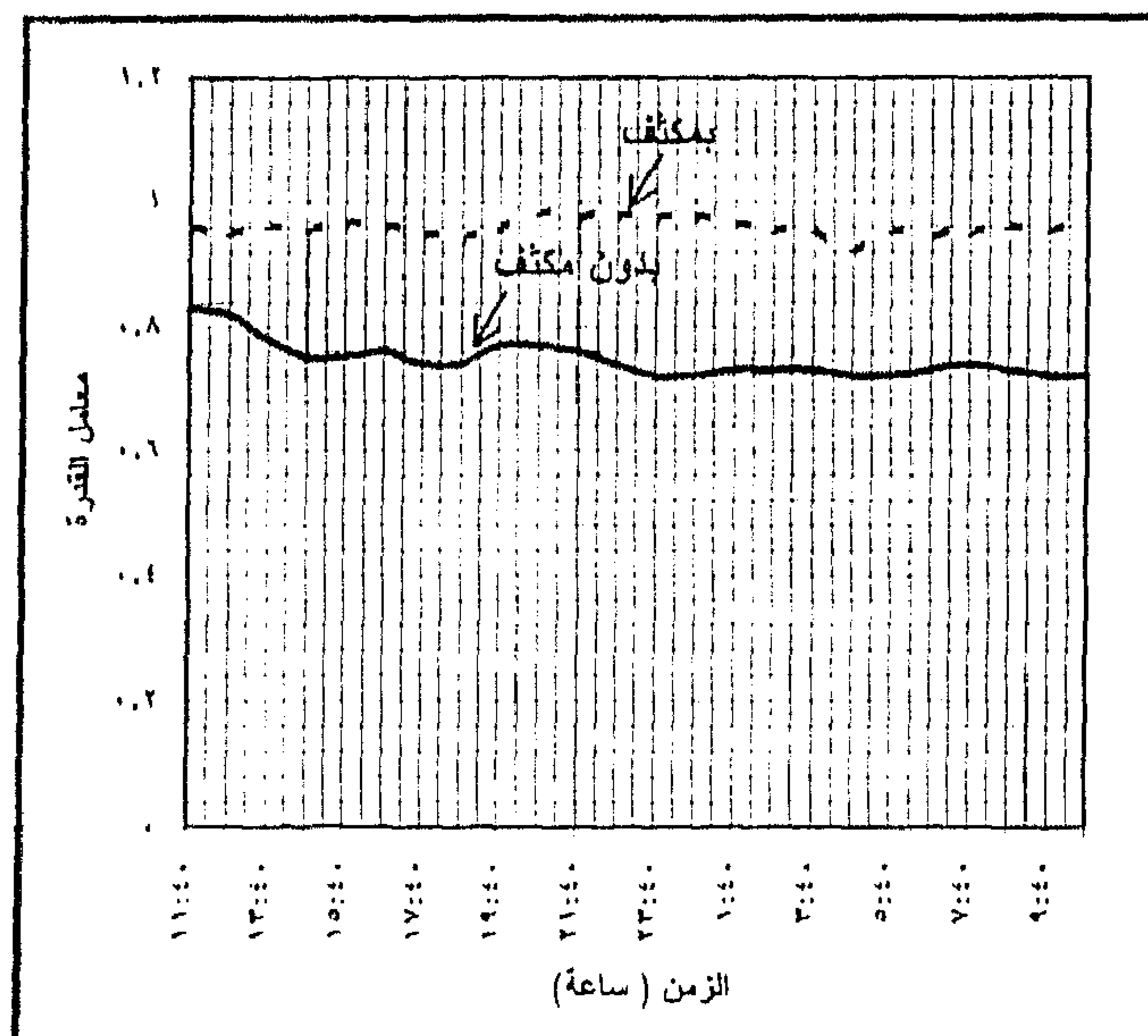


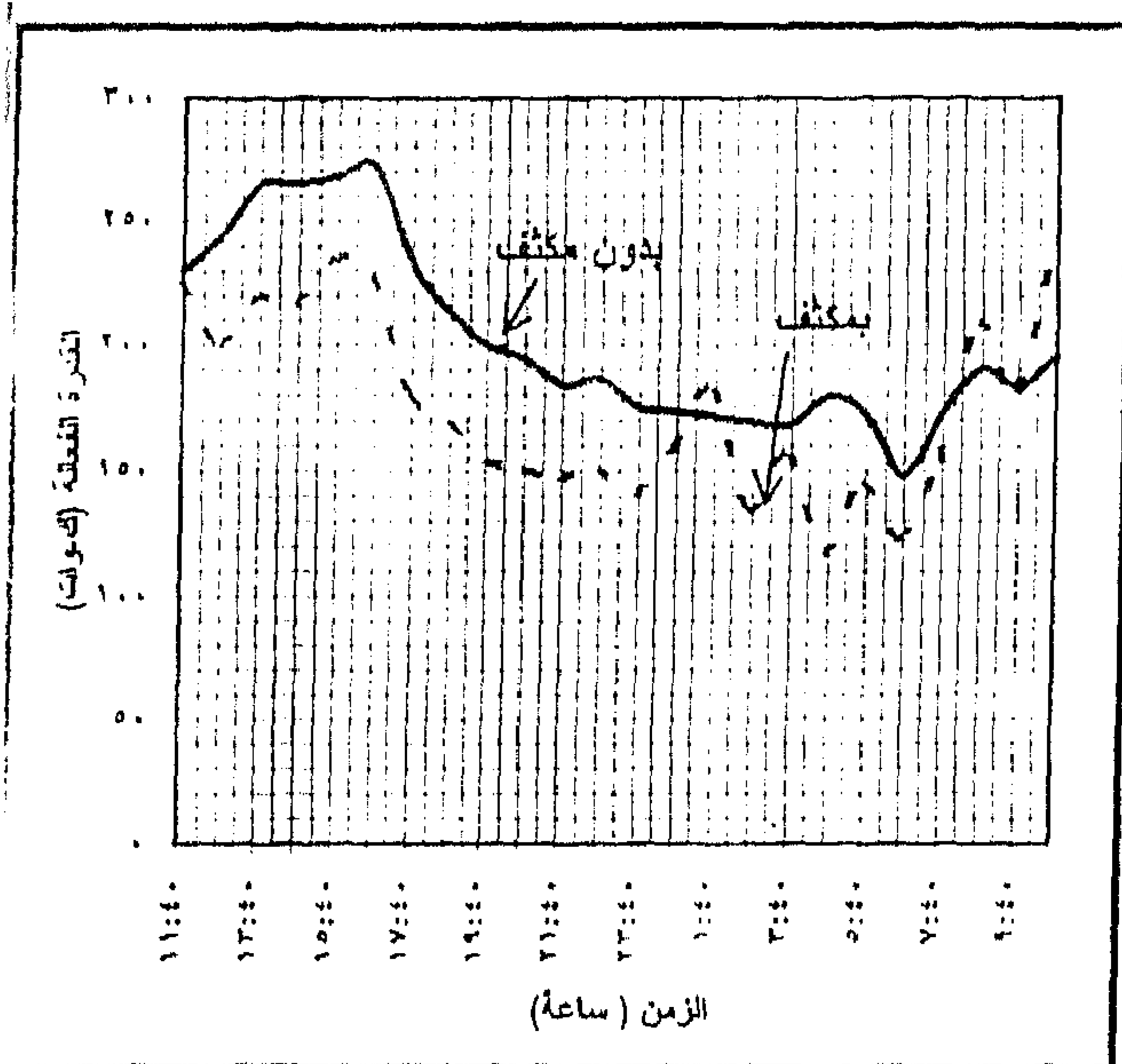


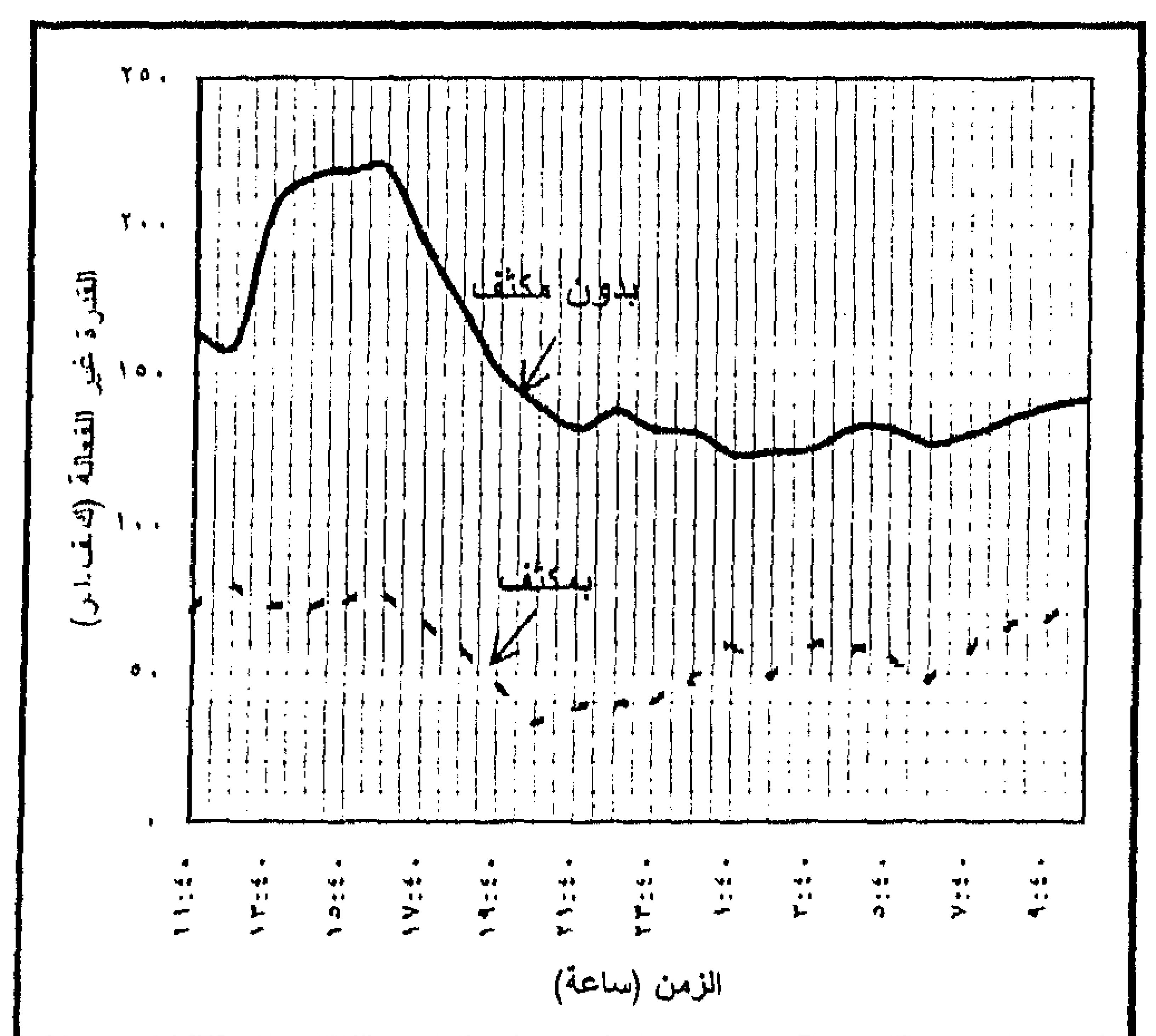
شكل (٣) تغير منحنيات المتغيرات الكهربية مع الزمن قبل
وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٣) (سيراميك)











شكل (٤) تغير منحنيات المتغيرات الكهربية مع الزمن قبل
وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٤) (غذائية)

جدول (٢) حدود المتغيرات الكهربية قبل وبعد تركيب المكثفات

المتغيرات الكهربائية	حالة ١		حالة ٢		حالة ٣		حالة ٤	
	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	بمكثف
التيار (أمبير)	١٧٦,٩-٨٣,١	٨٨,٢ -٤٠,٣	٤٧٤ - ١٣	٣٦٠ -١٤	٩٧٧-٦٣٤	٨٠٧-٥٨٩	٥٥٨ -٣٨١	٣٨٣-١٨٠
القدرة الفعالة (ك.وات)	٦٠-٢٤	٥٥,٩ - ٢٥	١٣٤,٦ -٢,٨	١١٦,٩ - ٢,٧	٤٦٤,٤ -٢٨٣,٥	٥٠٢,٤ -٣٦٧,٨	٢٧٢ -١٤٨	٢٣٦,٢ -١١٥,٦
القدرة الظاهرية (ك.ف.أ)	١٠٩,٦-٥٧	٦١,٥-٢٧,٥	١٨٤,٨ - ٣,١	١٣٧,١ -٣,٤	٦٥١ - ٤٠٧,٩	٥٢٦,٧-٣٨١	٣٤٩,١ -١٩٥	٢٤٧,١ -١٢٨,٩
القدرة غير الفعالة (ك.ف.أ.ر)	٩٦-٥١,٧	٣٢-٨,٤	١٤٣,٢ - ١,٦	٢٧,٢ -١,٨	٤٧٣ - ٢٧٩,٢	١٩٧,٣-٨٠,٧	٢١٨,٨-١٢٣,٥	٧٨ -٣٢,٦
معامل القدرة	٠,٦٥-٠,٤٨	٠,٩٨-٠,٩٤	٠,٧٥-٠,٤٨	٠,٩٨-٠,٧٣	٠,٩٦-٠,٦٤	٠,٩٨ -٠,٩	٠,٨٣-٠,٧٢	٠,٩٨-٠,٩١

تأثير تركيب المكثفات على المفقودات

تتمثل مصادر الفقد فى الشبكة الكهربية للجهد المتوسط والمنخفض فى الكابلات ، محولات التوزيع ، الرباطات ،... ومن الدراسات التى تمت وجد أن تركيب المكثف يؤدى الى انخفاض قيمة التيار المسحوب من المحول حوالى (٣٠-٤٠%) وبالتالى انخفاض القدرة الظاهرية KVA وهذا يؤدى الى تقليل المفقودات فى المحولات و الكابلات حيث أن قيمة المفقودات تتناسب طرديا مع مربع التيار المسحوب .

ويوضح جدول (٣) الوفر فى المفقودات نتيجة تركيب المكثفات .

جدول (٣) الوفر السنوى فى المفقودات نتيجة تركيب المكثفات

الوفر فى المفقودات نتيجة تركيب المكثفات	حالة ١	حالة ٢	حالة ٣	حالة ٤
الوفر فى القدرة (ك.وات)	٠,٢٠٣١	٠,٢٧٦	١,٣٠٩	١,٤٢
الوفر فى الطاقة (ك.وات ساعة)	٥٣٣,٧	٧٢٧,٧	٣٤٤٠,٠٦	٣٧٥٠,٢

مساهمة المكثفات فى الحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة

تتمثل الانبعاثات الناتجة من احتراق الوقود لتوليد الطاقة الكهربائية فى غازات أول وثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين .

من جدول (٣) يتضح أنه يوجد وفر فى الطاقة (ك.و.س) نتيجة تركيب مكثفات تحسين معامل القدرة . هذا الوفر يترجم الى تخفيض كمية الوقود المستخدم والذى بدوره يسهم فى تقليل الغازات المنبعثة بالجو والتى معاملاتها كالآتى :

الانبعاثات / كجم وقود

ثانى أكسيد الكربون CO_2	٣,٠٨٢ كجم
ثانى أكسيد الكبريت SO_2	٠,٠٦٨٨ كجم
أول أكسيد الكربون CO	٠,٠٠٠٤٣ كجم
أكاسيد النتروجين NO_X	٠,٠٠٣٧ كجم

من جدول (٣) تم حساب الوفورات للحالات تحت الدراسة ، ويوضح جدول (٤) هذه النتائج .

جدول (٤) بيان بالوفر السنوى فى الوقود والحد من انبعاثات الغازات.

الوفر فى المفقودات نتيجة تركيب المكثفات	حالة ١	حالة ٢	حالة ٣	حالة ٤
الانخفاض فى الوقود .(كجم)	١٣١,٣	١٧٩	٨٤٦,٢	٩٢٢,٥٤
الانخفاض فى انبعاثات CO_2	٤٠٤,٧	٥٥١,٧	٢٦٠٧,٩٨	٢٨٤٣,٣
الانخفاض فى انبعاثات SO_2	٩,٠٣	١٢,٣١	٥٨,٢	٦٣,٥
الانخفاض فى انبعاثات CO	٠,٠٥٦	٠,٠٧٧	٠,٣٦	٠,٣٩٧
الانخفاض فى انبعاثات NO_X	٠,٤٨٦	٠,٦٦٢	٣,١	٣,٤١٣

الخلاصة

بالإضافة إلى الفوائد المتعددة من وجهة نظر الكهرباء الناتجة من تركيب مكثفات استاتيكية لتحسين معامل القدرة بالمنشآت الصناعية والتجارية فإنها تساهم أيضا فى الحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة وذلك نتيجة للوفر فى فقد الطاقة الكهربائية . وعلى الرغم من القيمة البسيطة لهذا الوفر إلا أنه يمثل قيمة ملحوظة إذا علم أنه تم تركيب مكثفات لدى المشتركين بقدرة إجمالية حوالى ٥٠ م.ف.ا.ر ، وأن العمر الافتراضى لتشغيل المكثفات يتراوح من ٥ الى ١٠ سنوات .

المراجع

١-كتاب : المكثفات وتحسين معامل القدرة

د.م كاميليا يوسف محمد   شركة كهرباء الاسكندرية

٢-كتاب : مكثفات القوى وتحسين معامل القدرة - التوافقيات

أ.د عبد المنعم موسى   دار الراتب الجامعية


2001